नाभार्यिमा ३ व्रझाय्न

শান্তিময় চট্টোপাধ্যায়

মনোজ দত্ত

অশোক সিংহ





পশ্চিমবন্দ মধ্যশিক্ষা পর্যৎ অহুমোদিত পাঠক্রম অহুযায়ী। নবম শ্রেণীর জন্ম লিখিত।

বিজ্ঞান পরিচয় গ্রন্থমালা

0

Gon, of Worlder

শান্তিময় চট্টোপাধ্যায়

এম্. এস্-সি, পি. আর, এস্ , ডি. ফিল্

মনোজ দত্ত

वि. धम्-मि., धम्. ध, वि. हि

অশোক সিংহ

এমৃ. এস্-সি

কলকাতা অক্সফোর্ড ইউনিভার্সিটি প্রেস দিল্লী বোদাই নাজাজ ১৯৭৫

PADARTHAVIDYA O RASAYAN 3 (Bengali) (Physics and Chemistry)

by

Santimay Chattopadhyay, Manoj Datta and Asok Sinha

OXFORD UNIVERSITY PRESS 1975

22.8.05

Santimay CHATTOPADHYAY

Manoj DATTA

Asok SINHA

ত অরফোর্ড ইউনিভার্সিটি প্রেস ১৯৭৫

শান্তিময় চট্টোপাধ্যায়

মনোজ দন্ত

অশোক সিংহ

First published 1974 Second edition 1975

প্রচন্দ : রামকৃক্ত দত্ত ছবি এ কৈছেন : রক্তন কুণ্ডু

Printed in India by letterpress by P. C. Roy at Sonnet Printing Works, 19, Goabagan Street, Calcutta 6, and Published by C. H. Lewis, Oxford University Press, Faraday House, P-17 Mission Row Extension, Calcutta, 13.

ভুমিকা

স্থুলের সর্বস্তরের ছাত্রদের জন্ম বিজ্ঞান পাঠ ১৯৭৪ সাল থেকে আবশ্রিক বিষয় বলে গণ্য হয়েছে। বিজ্ঞানকে কেবল জীবিকা নির্বাহের উপায় মনে না করে সাধারণ শিক্ষার অন্ধ হিসেবে গণ্য করা উচিত। এটাই আধুনিক শিক্ষাবিদদের দৃঢ় ধারণা। জাতীয় পর্যায়েও এই নীতি স্বীকৃত। বিজ্ঞান যে জীবনযাত্রার সন্দে সম্পর্করহিত ক্লাসে পড়ার বিষয়মাত্র নয় এই ধারণার উপর ভিত্তি করে নতুন বিজ্ঞান পাঠক্রম রচিত হয়েছে। নতুন পাঠক্রম ও নতুন দৃষ্টিভঙ্গি অন্নসরণ করে এই বই লেখার চেষ্টা করা হয়েছে।

ছাত্রদের বোঝার স্থবিধের জন্ম এই বইয়ের ভাষা কথ্য এবং যত দূর সম্ভব পরোক্ষ উক্তিবর্জিত রাখার চেষ্টা করা হয়েছে। এক্সপেরিমেন্টগুলিও প্রাত্যহিক জীবন থেকে নেওয়া। যত দূর সম্ভব বিজ্ঞানের ক্ষেত্রে সর্বাধুনিক মতামতগুলি উপস্থাপিত করা হয়েছে। এককের ক্ষেত্রে আমরা আন্তর্জাতিক ভাবে স্বীকৃত এস আই ইউনিট ব্যবহার করেছি।

বইটি ক্লাদে পড়ানোর উপযোগী হয়েছে কিনা তার বিচার শিক্ষক মহাশয়রাই করবেন। তাঁদের মতামত সাদরে গৃহীত হবে।

কনকাত। ১লা জানুয়ারী ১৯৭৪

শান্তিময় চট্টোপাধ্যায় মনোজ দত্ত অশোক সিংহ



সূচীপত্র

			1 6
51	মাপের পদ্ধতি	Gen. of W	Sel Me
2	পদার্থ ও শক্তি	Gen. of W	10
91	অবস্থার রূপাস্তর	***	२७
8	স্থিতি ও গতি	***	03
01	কাজ, শক্তি ও ক্ষমতা	***	82
91	তাপ	***	67
91	আলোক	***	¢ b
71	পদার্থের বিভিন্ন অবস্থা ও তার রূপান্তরের কারণ	***	be
اد	ভৌত ও রাসায়নিক পরিবর্তন	***	50
201	ट्योज ७ ट्योग	* * *	26
22 [ত্রবণ, ত্রাব ও ত্রাবক	***	200
25	প্রতীক চিহ্ন, সংকেত ও সমীকরণ	***	208
100	তড়িৎ বিশ্লেষণ	100	225
28	অ্যাসিড, ক্ষারক ও লবণ	***	229
201	জারণ ও বিজারণ	***	252
100	তরল বায়, নাইট্রোজেন চক্র ও কার্বন		
0	ভাইঅক্সাইড চক্র	***	250
196	ক্ষেকটি গ্যাসের প্রস্তুত প্রণালী ও তাদের ধর্ম	***	303
	প্রশ্নমালা		
	পরিশিষ্ট : বৈজ্ঞানিক শব্দকোষ		19

১ মাপের পদ্ধতি

প্রতিদিনই বিভিন্ন কারণে নানা ধরনের মাপের প্রয়োজন হয়। জামা তৈরি করাতে জানতে হয় কতটা কাপড় লাগবে, জিনিদ কিনতে দরকার হয় ওজনের, ইস্কুলে বা অফিদে যাওয়ার আগে বার বার দময় দেখতে হয়। অনেক সময় বলা হয়, কাপড়টা দেড় হাত লম্বা বা দোকানটা বিশ পা দ্রে। কিন্তু তাতে মাপ ঠিকমত বোঝা যায় না। কার হাত বা কার পায়ের সমান লম্বা হতমনি ইট বা পাথর দিয়ে ওজন করা বা আন্দাজে সময় মাপা চলে না। বিজ্ঞান দব সময়েই চায় সঠিক মাপ।

রাশি কী?

মাপ শুকু করার আগে জানা দরকার রাশি কাকে বলে। যা মাপা সম্ভব তাকেই রাশি বা সঠিকভাবে ভৌত রাশি বা ফিজিকাল কোয়ান্টিটি বলে। একটা পেন্সিল নাও। দেখ এর দৈর্ঘ্য স্কেল দিয়ে মাপা সম্ভব। দৈর্ঘ্য একটি ভৌত রাশি। তেমনি এর ওজন দাঁড়িপালা বা নিক্তি দিয়ে মাপতে পারবে। ওজনও তাহলে একটি ভৌত রাশি। সময়ও একটি ভৌত রাশি, কারণ সময় ঘড়ি দিয়ে মাপা যায়। পরে এ ধরনের অনেক রাশির নাম শুনতে পাবে।

ভৌত বাশিকে ছ ভাগে ভাগ করা হয়—স্কেলার রাশি ও ভেক্টর রাশি।

যে সব রাশির মান আছে কিন্তু মানটি কোন নির্দিষ্ট দিকের উপর নির্ভর

করে না তাদের বলা হয় স্তেলার রাশি। যেমন কোন বস্তুর দৈর্ঘা, ক্ষেত্রফল,

আয়তন বা ভর জানতে হলে দিকের কোন প্রশ্ন ওঠে না। যাদের মান

আছে ও মান নির্দিষ্ট দিকের উপর নির্ভরশীল তাদের বলে স্তেক্টর রাশি।

কোন চলমান বস্তুর গতিবেগ বলতে বস্তুটি প্রতি সেকেণ্ডে কোন একটি নির্দিষ্ট

দিকে কত দূরত্ব যাচ্ছে বোঝায়। তাই গতিবেগ একটি ভেক্টর রাশি। বস্তুর

ওজনও একটি ভেক্টর রাশি। কেননা, ওজন বলতে বস্তুর উপর পৃথিবীর কেক্রের

ভিলন্ড আকর্ষণের পরিমাণ বোঝায়। স্কেলার ও ভেক্টর রাশির পার্থক্য আরো

ভালভাবে জানবার স্থ্যোগ পরে পাবে।

মাপের একক

প্রায়ই শুনে থাকবে কোন লোকের উচ্চতা দেড় মিটার বা পেন্সিলটি দশ সেন্টিমিটার। তেমনি এক কিলোগ্রাম মাছ বা পাঁচ কিলোগ্রাম আলু বাড়িতে কিনে আনার কথাও শুনেছ। তাহলে মিটার কী ? কিলোগ্রামই বা কাকে বলে?

যথন পাঁচ কিলোগ্রাম আলুর কথা গুনছ তথন নিশ্চয় বুঝতে পারছ যে কিলোগ্রাম হল ওজনের একটি নিদিষ্ট মাপ আর আলুর পরিমাণ এই কিলোগ্রাম ওজনের পাঁচ গুণ। দৈর্ঘ্যের বেলায় একই কথা খাটে। তাহলে যে কোন ভৌত রাশির মান জানতে হলে সেই রাশির একটি স্থবিধাজনক নিদিষ্ট মাপের দরকার এবং সেই স্থবিধাজনক নিদিষ্ট মাপকে দেই রাশির একক বা ইউনিট বলে।

প্রাথমিক একক ও লব্ধ একক

প্রতিটি রাশিরই একক আছে। দৈর্ঘ্য একটি রাশি যার এককের নাম
মিটার। ভরের একক কিলোগ্রাম। সময়ের একক দেকেণ্ড। পদার্থবিছার
এমন কয়েক শত রাশি আছে। দেখা গেছে, সমস্ত রাশির একক কয়েকটি
রাশির এককের উপর নির্ভর করে। কিন্তু এই রাশিগুলির একক একে অন্তের
সম্পর্কহীন। এই রাশিগুলির একককে বলা হয় প্রাথমিক একক বা
ফাণ্ডামেন্টাল ইউনিট; দৈর্ঘ্য, ভর ও সময় হচ্ছে প্রাথমিক একক। অন্ত অনেক
রাশির একক এই তিনটি রাশির এককের উপর নির্ভর করে। তাই তাদের
বলে লক্ষ একক বা ভিরাইভ্ড্ ইউনিট।

প্রাথমিক এককের বিভিন্ন পদ্ধতি

গত কয়েক শত বছর ধরে নানান দেশে ভিন্ন ভিন্ন ধরনের প্রাথমিক একক পদ্ধতির ব্যবহার প্রচলিত আছে। যেমন ইংলণ্ডে ও তার প্রভাবে সমস্ত ব্রিটিশ সাম্রাজ্যে ব্যবহার হত ফুট-পাউণ্ড-দেকেণ্ড বা এফ পি এস পদ্ধতি। আবার ফ্রান্সে এবং অধিকাংশ ইউরোপীয় দেশগুলিতে ব্যবহার হত দেটিমিটার-গ্রাম-দেকেণ্ড বা সি জি এস পদ্ধতি। আমাদের দেশে ব্রিটিশ আমলে ফুট-পাউণ্ড-দেকেণ্ড এবং তার সঙ্গে আমাদের নিজেদের পদ্ধতি বিশেষ করে হাত, কাঠা, সের প্রভৃতি এককগুলি প্রচলিত ছিল। দেশ স্বাধীন হবার পর 1961 সাল

থেকে আমাদের দেশে মাপের জন্ম মেট্রিক পদ্ধতি ও টাকা পয়দার জন্ম দশমিক পদ্ধতি চালু হয়েছে।

- (1) মেট্রিক একক পদ্ধতি: ফরাদী বিপ্লবের সময় প্যারি শহরে
 1791 খ্রীস্টান্দে লার্গ্রান্ধ, লাপলাদ প্রম্থ কয়েকজন প্রথাত বিজ্ঞানী মাপ
 পদ্ধতির সংস্কারের জন্ত ফ্রেক আকাদেমিতে এক প্রস্তাব করেন। সেই প্রস্তাব
 অহ্যায়ী দে দেশে মেট্রিক একক পদ্ধতি চালু হয়। মেট্রিক পদ্ধতিতে দৈর্ঘ্যের
 একক মিটার, ভরের একক গ্রাম, এবং সময়ের একক সেকেণ্ড। এই পদ্ধতির
 এককগুলির গুণিতক বা ভগ্নাংশগুলি প্রাথমিক এককের দশগুণ বা দশভাগ।
 হিদাবের স্থবিধার জন্ত এই পদ্ধতি বর্তমানে আন্তর্জাতিক ক্ষেত্রে প্রচলিত।
 মেট্রিক পদ্ধতিতে তিনটি বিশিষ্ট ধারার চলন আছে।
- (i) সি জি এস একক পদ্ধতি—এটি সবচেয়ে প্রচলিত পদ্ধতি।

 দি জি এস পদ্ধতিতে দৈর্ঘ্যের একক সেন্টিমিটার। সেন্টিমিটার এক মিটারের

 একশো ভাগের এক ভাগ। এই পদ্ধতিতে ভরের একক গ্রাম ও সময়ের একক
 সেকেও। সি জি এস পদ্ধতিতে তড়িৎবিভায় বিভিন্ন রাশির পরিমাপের জন্ত
 তিনটি ভিন্ন একক প্রচলিত আছে। এগুলি হচ্ছে—(ক) সি জি এস ইলেকট্রো—
 ম্যাগনেটিক একক, (থ) সি জি এস ইলেকট্রোন্ট্যাটিক একক এবং
 (গ) ব্যবহারিক একক বা প্র্যাকটিকাল ইউনিট। একই রাশির পরিমাপের জন্ত
 তিনটি আলাদা একক চালু থাকায় বেশ অস্থ্বিধার সৃষ্টি হয়।
- (ii) এম কে এম এ পদ্ধতি বা জর্জি পদ্ধতি—উপরে লিখিত অহবিধা দ্ব করার জন্ত অধ্যাপক জর্জি এক নতুন পদ্ধতির প্রচলন করেন। এই পদ্ধতিকে এম কে এম এ বা জর্জি পদ্ধতি (MKSA বা Georgi unit) বলে। 1938 খ্রীন্টাব্দে এক আন্তর্জাতিক সম্মেলনে এই পদ্ধতি বিজ্ঞানীরা গ্রহণ করেন। এই পদ্ধতিতে দৈর্ঘ্যের একক মিটার, ভরের একক কিলোগ্রাম, সময়ের একক গেকেণ্ড এবং তড়িৎ প্রবাহের একক আন্পিয়র। সি জি এম ব্যবহারিক পদ্ধতিতে আ্যাম্পিয়রের যে মান প্রচলিত ছিল এখানেও সেই মানধ্রা হয়।
- (iii) এস আই একক—এম কে এস এ পদ্ধতিতে ব্যবহৃত এককগুলি মেমন দৈর্ঘোর জন্ম মিটার, ভরের জন্ম কিলোগ্রাম, সময়ের জন্ম সেকেও ও তড়িৎ প্রবাহের জন্ম আম্পিয়র ছাড়া আরও তিনটি রাশির প্রাথমিক এককের

প্রয়োজন হয়—দীপন শক্তির এককের জন্য ক্যাণ্ডেলা, তাপমাত্রার জন্য কেলাভিন এবং বস্তুর পরিমাণ বোঝাতে মোল। 1967 দালে বিজ্ঞানীদের এক আন্তর্জাতিক দম্মেলনে যে পদ্ধতি দর্বদম্মতিক্রমে গৃহীত হয় তার নাম আন্তর্জাতিক একক পদ্ধতি বা এদ আই একক পদ্ধতি (ফরাদীতে Le Système International d'Unités)। ভারত এই দম্মেলনে অংশগ্রহণ করেছিল। এখনও ভিন্ন ভিন্ন ক্ষেত্রে দবগুলি একক পদ্ধতি ব্যবহার হয়। তবে চেষ্টা হচ্ছে দবদেশেই একেবারে স্থল থেকে এদ আই একক ব্যবহার করার।

(2) ব্রিটিশ পদ্ধতি বা এফ পি এস পদ্ধতি: এই পদ্ধতিতে দৈর্ঘ্যের একক ফুট, ভরের একক পাউগু ও সময়ের একক সেকেগু। ইংল্যাও ও অন্ত কয়েকটি দেশে এই পদ্ধতি চলে। আমাদের দেশে বেসরকারী ক্ষেত্রে আংশিকভাবে এই পদ্ধতি চালু আছে।

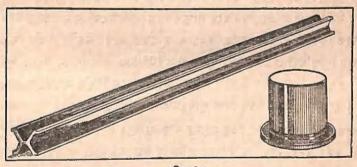
বিভিন্ন পদ্ধভিতে প্ৰাথমিক একক

(1) মেট ক পদ্ধতি: (i) মিটার—মেট্রিক পদ্ধতিতে দৈর্ঘ্যের একক মিটার। ফরাসী ভাষার মিটারের অর্থ মাপ। 1791 প্রীস্টাবে ফরাসী আকাদেমির প্রস্তাব অফুযায়ী মিটাবেরপ্রথম সংজ্ঞাদেওয়া হয়। ফ্রান্সেরবাজধানী প্যারি শহরের ভিতর দিয়ে যে স্রাঘিমা রেখা উত্তরমেকর দিকে গিরেছে, পৃথিবীর বিষুব্বেখা থেকে দেই স্তাঘিমা বরাবর উত্তরমেকতে যেতে যে দূরত্ব অতিক্রম করতে হবে তার এক কোটি ভাগের এক ভাগকে বলা হয় এক মিটার। रिएर्पात এই এককের ব্যবহারিক স্থবিধার জন্ম 1799 औरोस्स भ्राधिनमের একটি প্রামাণিক দণ্ড বা স্ট্যাণ্ডার্ড তৈরি করা হয়। পরে অবশ্র দেখা যায় যে বিষ্ববেথা থেকে উত্তরমেকর দূরত্ব এই মিটারের এক কোটি গুণের চেয়েও কিছু বেশি। তথন এই ভুল শোধরান আর সম্ভব ছিল না কারণ মিটার ততদিনে আন্তর্জাতিক স্বীকৃতি পেয়ে গেছে। 1875 এস্টাব্দে ইন্টারক্তাশনাল বাবো অফ ওয়েট্স্ এাও মেজাব্স্ প্রতিষ্ঠিত হয় প্যারির কাছে সেভরেতে। প্ল্যাটিনম ও ইরিডিয়মের এক দংকর ধাতুর (প্ল্যাটিনম 90% ও ইরিডিয়ম 10%) তৈরি দণ্ডকে বরফের গলনাকে প্রমাণ বায়ুচাপে রেথে ভার ছুই প্রান্তের ছুইটি দাগের মধ্যের ব্যবধানকে প্রমান মিটার হিমেবে ধরা হয়েছে। আন্তর্জাতিক প্রমাণ মিটার। সদস্য রাষ্ট্রগুলিকে এর এক-একটি নকল

দেওয়া হয়েছে। ভারতের প্রমাণ মিটার নতুন দিল্লীর স্থাশনাল ফিজিকাল ল্যাবরেটরিতে আছে।

বিজ্ঞানের ক্ষেত্রে অনেক সময় স্ক্ষ্ম মাণের প্রয়োজন পড়ে। দৈর্ঘ্য কত স্ক্ষ্মভাবে মাণা সম্ভব ? স্ক্ষ্ম মাণের জন্ম মিটারের এক নতুন আন্তর্জাতিক সংজ্ঞা দেওয়া হয়েছে আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্যের হিদাবে। এই সংজ্ঞা অনুযায়ী 'এক মিটার বায়ুশ্ন্য স্থানে 86 পারমাণবিক ভরদংখ্যাদম্পন্ন ক্রিপটন পরমাণ্র তৃটি বিশিষ্ট শক্তিস্তরের মধ্যে বিকিরিত ক্মলা রশ্মির তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের 1 650 763 '73 গুণের সমান'।

(ii) প্রান্স-দি দ্বি এদ পদ্ধতিতে ভরের একক গ্রাম। দেখা গেছে 4°C উফ্ডায় এক ঘন দেণ্টিমিটার জলের ওজন এক গ্রাম। এম কে এদ এ ও এদ আই পদ্ধতিতে ভরের একক কিলোগ্রাম। এক কিলোগ্রাম এক গ্রামের হাজার গুল। কিলোগ্রামের আন্তর্জাতিক মানটি ইণ্টারক্তাশনাল ব্যুরো অফ ওয়েটদ আ্যাও মেজার্দের দপ্তরে রাখা আছে। প্রাটিনম ও ইরিডিয়মের দংকর ধাতু বা ফেনলেদ স্টীলের তৈরি নকল কিলোগ্রাম ভিন্ন ভিন্ন দেশে রাখা আছে। মূল কিলোগ্রামের সঙ্গে নকলের ভর একেবারে এক। ভূলের পরিমাণ দশ কোটি ভাগের এক ভাগ। ভারতের নকল কিলোগ্রামিট রাখা আছে ক্যাশনাল ফিজিকাল ল্যাবরেটরিতে। প্রমাণ মিটার ও কিলোগ্রামের ছবি 1.1 চিত্রে দেখান হল।



চিত্ৰ 1.1

(iii) সেকেণ্ড — সময়ের একক সেকেণ্ড। ব্রিটিশ ও মেট্রিক স্বর্ক্ম পদ্ধতিতেই সেকেণ্ড ব্যবহার করা হয়।

দাধারণত এক স্থান্ত থেকে আর এক স্থান্ত পর্যন্ত সময়কে বলা হয় এক

দিন। এই দিনকে 24 ভাগ করলে এক ভাগকে বলে ঘণ্টা। এক ঘণ্টার 60 ভাগকে এক মিনিট ও এক মিনিটের 60 ভাগকে এক সেকেণ্ড বলে। এক সেকেণ্ড এক দিনের ৪৪ বিচ্চ অংশ। লক্ষ্য করা গেছে যে বছরের দব দিন সমান হয় না। এই অস্থবিধা দ্ব করার জন্ম 1960 দালে এক আন্তর্জাতিক সম্মেলনে কান্তীয় বছরের হিদাবে সময় গণনার প্রস্তাব নেওয়া হয়। মহাবিষ্ব বিন্দু থেকে নিজ কক্ষপথে যাত্রা করে স্থেরি মহাবিষ্ব বিন্দুতে ফিরে আদতে যে সময় লাগে ভাকে এক কান্তীয় বছর বলে। এক সেকেণ্ড হচ্ছে এক ক্রান্তীয় বছরের 1/315 569 259 747 অংশ।

1956 নালে পারমাণবিক ঘড়ি আবিষ্কার হয়। এই ঘড়িতে অতি স্ক্ষভাবে সময় জানা যায়। 133 পারমাণবিক ভরসংখ্যাবিশিষ্ট নিজিয়ম-পরমাণ্ থেকে 9 192 631 770 তরঙ্গ বার হতে যে সময় লাগে তা এক সেকেণ্ডের সমান। এটাই বর্তমানে সেকেণ্ডের স্বীকৃত সংজ্ঞা।

এই বড় বড় সংখ্যাগুলি মৃথস্থ করার দরকার নেই।

তোমাদের মনে হতে পারে যে এত স্ক্ষভাবে দৈর্ঘ্য বা এত স্ক্ষভাবে সময় মাপার প্রয়োজন কি? সাধারণত আমরা ঘড়িতে এক সেকেণ্ডের কম সময় দেখতে পারি না এবং সাধারণ ক্ষেত্রে মিলিমিটারের ছোট মাপের প্রয়োজন হয় না। কিন্তু বিজ্ঞানের অনেক ক্ষেত্রে অতি স্ক্ষভাবে দৈর্ঘ্য, ভর ও সময়ের মাপের দরকার হয়ে পড়ে। কোন কোন ক্ষেত্রে কোটি কোটি ভাগেরও এক ভাগের সমান স্ক্ষতা প্রয়োজন হয়ে পড়ে। ভেবে দেখ যে সব নভক্ষরা টাদে যাতায়াত করেন তাঁদের ক্ষেত্রে সময় বা দ্রত্বের মাপ নিথুঁত হওয়া কত প্রয়োজন। পৃথিবী থেকে টাদের দ্রত্ব 4×105 km। সেখানে গিয়ে পূর্ব নিধারিত সময়ে ফিরে এসে নিধারিত স্থানে নামতে হলে নিথুঁত মাপের দরকার বৈকি! মাপ নিথুঁত না হলে তাঁরা পৃথিবীতে নাও ফিরতে পারেন।

আমরা প্রত্যেকেই ভিন্ন ভিন্ন ধরনের ঘড়ি ব্যবহার করি। তার কোনটাই
নিভূল সময় দেয় না। তাই সময় জানবার জন্ম সরকারী ব্যবস্থা আছে।
দিল্লীতে ন্যাশনাল ফিজিকাল ল্যাবরেটরিতে যে পারমাণবিক ঘড়ি আছে তা
থেকে প্রতিদিন রাত ন'টার সময় রেডিওর মাধ্যমে সংকেত পাঠানো হয়—
পিপ্পিপ্পিপ্। ভারতবর্ষের যে কোন স্থান থেকে রেডিও জনে তোমরা
ঘড়ি মিলিয়ে নিতে পার।

- (2) বিটিশ পদ্ধতি: (i) ফুট—বিটিশ বা এফ পি এস পদ্ধতিতে দৈর্ঘ্যের একক ফুট। ফুট এক গজের ভিন ভাগের এক ভাগ। লগুনের স্ট্যাগুর্ভ ভিপাটমেন্ট অফ দি বোর্ড অফ ট্রেডে 62°F ভাগমাত্রায় রাথা একটি ব্রোঞ্জের তৈরি দণ্ডের ছুই প্রান্তের ছুটি দাগের মধ্যের ব্যবধানকে এক গজ বলা হয়। ছোট বা বড় মাপের জন্ম গজের ভগ্নাংশ বা ভাগতকগুলি ভোমরা জান এবং দেগুলি মেট্রিক প্রথার মত দশ বা অন্ম কোন নির্দিষ্ট সংখ্যা দিয়ে ভাগ বা গুণ করে পাওয়া যায় না। মেট্রিক প্রথার দঙ্গে ইঞ্চি বা ফুটের দম্পর্ক: 1 ইঞ্চি = 2.54 দেন্টিমিটার; 1 ফুট = 30.48 সেন্টিমিটার।
- (ii) পাউণ্ড —এফ পি এস পদ্ধতিতে ভরের একক পাউণ্ড। প্রমাণ পাউণ্ড প্ল্যাটিনমের তৈরি একটি স্কন্ত, লণ্ডনের স্ট্যাণ্ডার্ড ডিপার্টমেন্ট অফ দি বোর্ড অফ ট্রেডে রাথা আছে। পাউণ্ডের ছোট বড় মাপ ভোমাদের নিশ্চয় জানা আছে। মনে রেথো 1 পাউণ্ড = 453.59 গ্রাম।
- (iii) সেকেণ্ড—ব্রিটিশ ও মেট্রিক উভয় পদ্ধতিতেই সময়ের একক সেকেণ্ড।
 রাশি ও প্রাথমিক এককের প্রতীক
 বিভিন্ন পদ্ধতিতে ব্যবহৃত রাশি ও প্রাথমিক এককের প্রতীক চিহ্ন নিচে দেওয়া
 হল। ভৌত রাশির প্রতীক লেথা হয় ইটালিকদ হরকে (হেলান) এবং একক
 রোমান হরকে (থাড়া)।

রাশি	রাশির প্রতীক	দি জি এদ		এ	এম কে এস এ		এদ আই	
	চিহ্ন	একক	এককে	একক	এককে	র	একক	এককের
			প্ৰতীক		প্রতীক			প্রতীক
			চিহ্ন		চিহ্ন			চিহ্ন
দৈৰ্ঘ্য	l	সেণ্টি	ট্টার cn	i fi	টাব	m	মিটার	m
ভর	m	গ্ৰাম	g	f	<u>কলোগ্রা</u> ফ	kg kg	কিলোগ্রা	म kg
সময়	t	গেকে	8 6	C	হক্ত	S	দেকেগু	S
ভড়িৎ প্রবাহ I আ্যাম্পিয়র A আ্যাম্পিয়র A								
ভাপমাত্রা <i>T</i> কেলভিন K							K	
							cd	
	পরিমাণ						মোল	mol

ভড়িৎ প্রবাহ, দীপনশক্তি ও বস্তব পরিমাণের কথা তোমরা পরে জানবে। তাপমাত্রার বিষয় জান। লক্ষ্য কর—(1) কেলভিনের প্রতীক K হবে, 'K হবে না। তাপমাত্রার একক হিসেবে যদিও বিজ্ঞানীরা কেলভিন ব্যবহার পছন্দ করেন তবু এখনও ভিগ্রি দেলসিয়াস (°C) সর্বত্র প্রচলিত। আবার ভাক্তারদের থার্মোমিটারে ভিগ্রি ফারেন্হাইট (°F) প্রচলিত। মনে রেখো ভিগ্রি সেন্টিগ্রেড কথাট এখন আর চলে না। (2) সেন্টিমিটার, মিলিমিটার প্রভৃতির প্রত্যক cm, mm ইত্যাদি হবে, c. m বা m. m হবে না। (3) কোন এককের বছবচনে s যোগ হবে না। অর্থাৎ cms, mms, kgs হবে না।

মেট্রিক পদ্ধতিতে ভগ্নাংশ ও গুণিডক

মেট্রিক পদ্ধতিতে কোন এককের গুণিতক ও ভগ্নাংশগুলিকে দশের ঘাতে দেখান হয়। নিচে গুণিতক ও ভগ্নাংশগুলি দেখান হল। মূল এককের নামের আগে এগুলি বসিয়ে এককটি প্রকাশ করা হয়, যথা—সেটিমিটার, সেটিগ্রাম বা মিলিমিটার, মিলিগ্রাম ইত্যাদি।

গুণিতক বা প্র	তৌক	দুশের ঘাতে	গুণিতক বা প্রতীক	দশের ঘাতে
ভগ্নাশের নাম		সংখ্যাটি	ভগ্নাংশের নাম	সংখ্যাটি
টেবা (tera)	Т	1012	দেকি (centi) c	10-2
গিগা (giga)	G	10 ⁹	মিলি (mili) m	10^{-8}
মেগা (mega)	M	10 ⁶	মাইকো (micro) #	10-6
কিলো (kilo)	k	10 ³	নানো (nano) n	10-9
হেক্টো (hecto)	h	10°	পিকো (pico) p	10-12
ডেকা (deca)	da	10	ফেমটো (femto) f	10-15
ডেদি (deci)	d	10-1	অটো (atto) a	10-18

সাধারণ ক্ষেল ও তার ব্যবহার

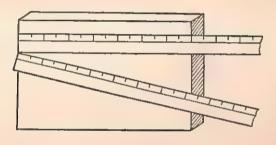
মিটার স্থেল ভোমরা দেখেছ। এবার স্থেল নিয়ে কেমন করে মাপবে দেখ। যে বস্তুটি মাপবে ভার এক প্রান্ত স্কেলটির শৃত্য দাগের দঙ্গে মেলাও ও স্কেলটিকে দোজা ভাবে বস্তুটির গায়ে বসাও। বস্তুর অত্য প্রাস্তুটি স্থেলের কোন দাগের সঙ্গে মিলেছে দেখ। ধর, দশটি বড় দাগ পার হয়ে চারটি ছোট দাগের সঙ্গে মিলেছে। বস্তুটির দৈর্ঘ্য হল 10 cm ও 4 mm অর্থাৎ 10.4 cm।

স্থেলের চেমে বড় দৈর্ঘ্য মাপার জন্ম মেজারিং টেপ, দার্ভেয়ারের চেন প্রভৃতি ব্যবহার করা হয়। দর্জিরা কাপড় মাপতে ফিতে ব্যবহার করেন। ভোমরা নিশ্চয়ই দর্জির মাপবার ফিতে দেখেছ।

মাপের সম্ভাব্য ভুল

যে কোন মাপে ভূল থাকা স্বাভাবিক। যে স্কোটি নিয়ে ভূমি মাপ নাও,
দীর্ঘদিনের ব্যবহারে তার দুই প্রান্ত ক্ষয়ে গেলে শৃত্য দাগটি বোঝা যায় না।
ফলে মাপে ভূল হবে। আবার স্কেলটির আঁকা দাগগুলো সমান নাও হতে পারে।
দেক্ষেত্রে যে কোন মাপে ভূল হবে। এই ধরনের ভূলকে যাজ্ঞিক ক্রুটি বা
ইন্স্রুমেন্টাল এরর বলে।

স্কেলটি বগুটির গায়ে ঠিকভাবে না বদালে ভুল মাপ আদবে। যে কোন বগুর দৈর্ঘ্য মাপতে হলে স্কেলের এক প্রান্ত বগুটির প্রান্তের দক্ষে মিলিয়ে স্কেলটি

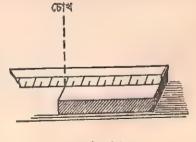


हिन्त 1.2

বল্পর দৈর্ঘ্য বরাবর বদাতে হয় (চিত্র 1.2)। এভাবে না বদিয়ে স্কেলটি

ইচ্ছামত বদালে মাপে ভুল হবে।

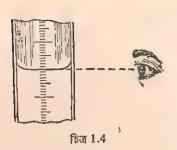
স্কেলে রিডিং নেবার সময় চোথ দাগের ঠিক উপরে বাথবে। না রাথলে ভূল হতে পারে (চিত্র 1·3)। এই ভূল দূর করার জন্ত অনেক স্কেলের এক প্রাস্ত ক্রমশ ঢালু করা হয়। এতে মাপবার বস্তুটির তল ও স্কেলের দাগ অনেকটা কাছে এসে পড়ে। ফলে



চিত্ৰ 1.3

ভুল হওয়ার সন্তাবনা কমে যায়। এই ধরনের স্কেলকে বেভেক্ত ভেল বলে।

মেজারিং দিলিওার বা মাপবার চোঙে জলের উচ্চতা মাপার সময় ভুল হতে



পাবে (চিত্র 1.4)। নিশ্চয় লক্ষা করেছ, জলের উপর তল অবতল। কেন অবতল পরে জানবে। জলের উচ্চতা মাপার সময় জলের নিম্নভাগের সঙ্গে তোমার চোথ একই তলে রাথবে। পারদের বেলায় উল্টো। ব্যারোমিটারে পারদের উচ্চতা মাপার সময় পারদের উত্তল তলের সবচেয়ে উচ্ অংশের

মাপ নিতে হবে।

শেষের ভুলগুলি হয় অসাবধানতায়। এগুলিকে ব্যক্তিগত ক্রটি বা পার্শোনাল এরর বলে।

এই ব্যক্তিগত ভূল সকলেরই হতে পারে। এইজন্ত যে কোন মাপ একবার না নিয়ে বেশ কয়েকবার নিয়ে তাদের গড় মান অথবা আভারেজ বা মীন ভ্যালু নেওয়া ভাল। যেমন ধর, কোন রিডিং পাঁচবার নিয়েছ। সব ক্যটি যোগফলকে পাঁচ দিয়ে ভাগ করলে গড় মান পারে।

ভূল এড়াবার আর একটি উপায় মাপ নেওয়ার আগে চোথের আন্দাজে মাপ সম্বন্ধে একটি ধারণা করে নেওয়া। ধর, একটি বই-এর দৈর্ঘ্য মাপবে। মাপার আগে কত সেন্টিমিটার মাপ হতে পারে চোথের আন্দাজে ধারণা করে নাও। পরে স্কেল বদিয়ে মেপে নাও। মাপের সুঙ্গে তোমার ধারণার তফাৎ কভটা থেয়াল রাধবে।

ক্ষেত্রফলের পরিমাপ

ক্ষেত্রফল মাপার জন্ম আলাদা কোন যন্ত্র দাধারণত ব্যবহার করা হয় না। ক্ষেত্রটির দৈর্ঘ্য, প্রস্থ বা উচ্চতা, গোলক বা শংকুর ক্ষেত্রে ব্যাদ ইত্যাদি মাপা হয় এবং জ্যামিতির স্ত্রে অহ্যায়ী ক্ষেত্রফল বার করা হয়।

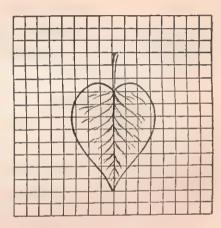
করেকটি স্বম ক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল দেওয়া হল—বর্গক্ষেত্র=(দৈর্ঘ্য $)^2$; আয়তক্ষেত্র= দৈর্ঘ্য \times প্রস্থ ; ত্রিভূজ $=\frac{1}{2}$ ভূমি \times উচ্চতা ; বৃত্ত $=\frac{n}{4}$ (ব্যাস $)^2$, চোঙ=n ব্যাস \times উচ্চতা, গোলক=n (ব্যাস $)^2$ ।

ক্ষেত্রফল একটি ভৌত রাশি! A অথবা S প্রতীক চিহ্ন দিয়ে প্রকাশ করা হয়। ক্ষেত্রফলের একক হবে m^2 , cm^2 ইত্যাদি দৈর্ঘ্যের এককের বর্গ। ক্ষেত্রফলের এককগুলির ক্ষেত্রে অনেক সময় একক চিহ্নের আগে sq বদিয়ে লেখা হয়, যেমন m^2 একককে sq m লেখা হয়।

অসম ক্ষেত্রের বেলায় ক্ষেত্রটিকে কয়েকটি বর্গক্ষেত্র বা আয়তক্ষেত্র বা ত্রিভুজ ইত্যাদিতে ভাগ করে প্রত্যেকটির ক্ষেত্রফল যোগ করে পেতে হয়।

কোন ছোটখাট অসম আকৃতির ক্ষেত্রফল মাণতে হলে ছক কাগ<mark>চ্ছের</mark> (স্থোএর পেপার) সাহায্যে মাপা হয়। মনে কর একটি গাছের পাতার ক্ষেত্র মাপবে। একটি ছক

কাগজের উপর পাতাটি রেথে তার বাইরের দীমারেথা টেনে নাও (চিত্র 1.5)। ছক কাগজের একটি ছোট ঘরের ক্ষেত্রফল দেখে মোট কয়টি পূর্ণ ঘর আছে গুণে নাও। একটি ছোট ঘরের ক্ষেত্রফল দাধারণত 1mm² হয়। পরে আংশিক পূর্ণ কতগুলি ঘর আছে হিদেব কর। ছটি অর্ধেক পূর্ণ ঘরের জন্ম একং এক তৃতীয়াংশগুলির বেলায় তিনটি ঘরে এক ঘর নাও এবং



চিত্ৰ 1.5

মোট পূর্ণ ঘর কয়টি হবে দেখ। আরও ছোট ঘর আন্দাব্দে ধরতে হবে।
এইভাবে পাওয়া মোট পূর্ণ ঘরগুলির ক্ষেত্রফল হচ্ছে পাতাটির ক্ষেত্রফল।
এইভাবে মাপলে নিভূলি মাপ পাবে না। অসম ক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল মাপার জন্তু
প্রেনিমিটার নামক যন্ত্র গবেষণাগারে ব্যবহার হয়।

আয়ুভনের পরিমাপ

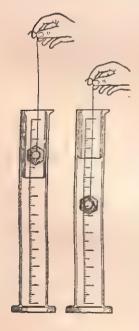
সুষম বস্তুর আয়তন মাণার জন্ম দৈর্ঘ্য, প্রস্থ, উচ্চতা, ব্যাদ ইত্যাদি মেপে জ্যামিতিক সূত্র ব্যবহার করা হয়। যেমন ঘনকের আয়তন যে কোন বস্তুর (দৈখ্য)⁸। আয়তাকার ঘরের আয়তন দৈখ্য × প্রস্থ × উচ্চতা। একটি চোঙের আয়তন $\pi/4$ (ব্যাস)² × উচ্চতা এবং একটি গোলকের আয়তন $\pi/6$ × (ব্যাস)⁸।

তরল পদার্থের আশ্বন্তন মাপের জন্ম দাগ কাটা মাপবার চোঙ বা মেজারিং দিলিগুার বাবহার করা হয়। এর প্রতিটি ঘরের জন্ম নির্দিষ্ট আয়তন cc বা ঘন দেটিমিটারের দাগ থাকে।

আয়তন একটি ভৌত রাশি, V অক্ষর দিয়ে প্রকাশ করা হয়। আয়তনের সবচেয়ে প্রচলিত একক ঘন সেটিমিটার, প্রতীক cc। তরলের আয়তন মাপার জন্ম আর একটি প্রচলিত এককের নাম নিটার, প্রতীক 1 অক্ষর।

1 লিটার = 1000 cc

আন্তর্জাতিক শংজ্ঞা অফুযায়ী এক লিটার হচ্ছে প্রমাণ চাপে ও 4°C উঞ্চতায়
1 kg বিশুদ্ধ জলের আয়তনের সমান। দেখাগিয়েছে এই আয়তন 1000.028 cc।



চিত্ৰ 1.6

এই তারতম্য এতই কম যে দাধারণ ব্যবহারে এক লিটার 1000 ccর দমান ধরা যায়। এক ccকে অনেক দময় এক মিলিলিটার বা ml লেখা হয় তরল মাপের দময়। বড় মাপের জন্ম এক ঘন মিটার ব্যবহার করা হয়। $1m^3 = 10^6$ cc। ব্রিটিশ পদ্ধতিতে আয়তনের এককের নাম গ্যালন। 1 গ্যালন হচ্ছে $62^\circ F$ তাপ-মাত্রায় 10 পাউও বিশুদ্ধ জলের আয়তন। 1 গ্যালন =4.546 লিটার।

দিতীয় মহাযুদ্ধের পর থেকে আর একটি একক বাবহার হচ্ছে—কিউনেক। প্রতি দেকেণ্ডে এক ঘন-ফুট তরল-প্রবাহকে কিউনেক বলে। কিউনেক আয়তনের একক নয়।

ছোটথাট অদম বস্তুর আয়তন মাপবার চোডের সাহায্যে মাপা যায়। বস্তুটি যদি চোডের মূথের চেয়ে ছোট হয় তবে কোন চোঙে কিছু জল নিয়ে

জলের আয়তন দেখ। পরে বস্তুটি জলে ডুবিয়ে জলের আয়তন দেথ (চিত্র 1.6)। ছইটি আয়তনের বিয়োগফল হচ্ছে বস্তুটির আয়তন। যদি বস্তুটি চোঙের চেয়ে বড় হয় তবে একটি বড় থালার উপর একটি কানার কানায় ভর্তি জলপূর্ণ পাত্র নাও। বস্তুটি জলপূর্ণ পাত্রে ডুবিয়ে রাথ। যে পরিমাণ জল উপচে থালায় পড়বে তার আয়তন মেজারিং চোঙ-এর সাহায্যে মাপ। এই আয়তনই বস্তুটির আয়তন।

ভর ও ওজন পরিমাপক যন্ত্র

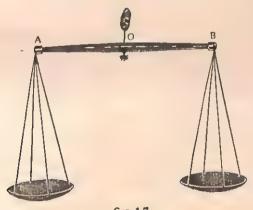
দাঁড়িপালা: কোন বস্তুর ভর মাপতে যে যত্ত্বের প্রয়োজন হয় তাকে বলে দাঁড়িপালা। হাটে, বাজারে, মুদির দোকানে দাঁড়িপালা ব্যবহার করা হয়।

দাড়িপালার প্রধান অংশ একটা কাঠের দণ্ড AB (চিত্র 1.7)। দণ্ডটির ঠিক মাঝখানে Oতে একটি এবং A ও B ছই প্রান্তে আরও ছটি ফুটো থাকে।

O বিন্দুতে একটা দড়ি লাগান থাকে যেটা ধরে দাঁড়িপালা ঝুলিয়ে রাখা হয়।

AO এবং BO দৈর্ঘাকে যন্ত্রটির বাহু বলা হয়। অন্ত ঘটো প্রান্ত A এবং B থেকে

টিনের বা বেতের ঘটো সমান ভরের পালা ঝোলান থাকে। প্রথমে O বিন্তুতে
লাগান দড়ি ধরে দণ্ডটি অমুভূমিক থাকে কিনা দেখতে হয়। পরে একটি পালায়
বস্থাটি এবং অন্তটিতে বাটখারা চাপিয়ে দণ্ডটিকে অমুভূমিক করতে হয়। বাটখারা
দণ্ডটিকে O বিন্দুকে কেন্দ্র করে যেদিক ঘোরাবার চেষ্টা করে, বস্থাটিও O বিন্তুক



চিত্ৰ 1.7

দওটির অহভূমিক অবস্থায়—

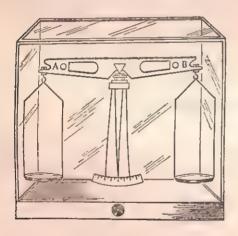
বাটখারার ওজন × AO = বস্তুর ওজন × BO।

এখন AO এবং BOর দৈর্ঘ্য দমান হলে বস্তুর ওজন বাটথারার ওজনের দমান হবে। নিশ্চয়ই বুঝতে পারছ দাঁজিপাল্লায় যথন কোন বস্তুর ওজন নেওয়া হয় তথন প্রমাণ বাটথারার ভরের দক্ষে বস্তুর ভরের তুলনা করা হয়।

যদি তুলাদণ্ডের বাহুর দৈর্ঘ্য সমান না হয় তবে কি হবে ? ধর AO এবং BO সমান নয়। মনে কর, AO বড়। উপরের সমীকরণ থেকে দেখতে পাবে এক্ষেত্রে ওজনে পাওয়া বস্তু প্রকৃত ওজনের চেয়ে বেশি। যদি AO বাহু BO বাহুর চেয়ে ছোট হয় তবে কি হবে বলত ?

ফিজিকাল ব্যালেন্স: গবেষণাগাবে ভর মাপবার জন্ম যে তুলাযন্ত্র বা ফিজিকাল ব্যালেন্স ব্যবহার হয় তার ছবি 1.8 চিত্রে দেওয়া হল।

একটি তক্তার উপর কাচের বাক্সের মধ্যে যন্ত্রটি ঢাকা থাকে। তক্তাটি তিনটি জুর উপর বদান হয়। তক্তাটির ঠিক মাঝথানে একটি ফাপা স্তম্ভ আছে। তক্তাটির দামনে আটকানো একটি চাকতি ঘুরিয়ে একটি ধাতৃদণ্ডকে এই ফাঁকা স্তম্ভের ভিতর দিয়ে ওঠানামা করান যায়। দণ্ডটির ঠিক মাঝথানে একটি ক্ষুবধার ত্রিভুন্ধ বা নাইফ এল এমনভাবে রাথা আছে যেন ত্রিভুন্ধটির শীর্ষরেথা





চিত্ৰ 1.8

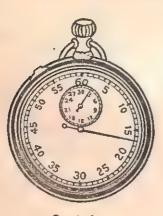
দণ্ডটির উপর থাকে। এই ত্রিভুজের দক্ষে একটি দণ্ড AB সমান্তরালভাবে রাথা আছে। এই দণ্ডটিকে বলে তুলাদণ্ড বা ব্যালান্স বীম। ত্রিভুজটি ABর ঠিক মাঝথানে এমনভাবে আটকানো আছে যেন দণ্ডটির আলম্ব ত্রিভুজের নীর্ধরেথার উপর থাকে। ভারদামা অবস্থায় দওটি অহভূমিক থাকবে। চাকতি ঘুরিয়ে দওটি উপরে তুললে ক্ষুরধার ত্রিভুক্ত সমেত তুলাদওটি আলগা হয়ে দণ্ডের উপর ভর রেখে দোল খাবে অথবা সমাস্তরাল হয়ে থাকবে। তুলাদণ্ডটির ছই প্রাস্তে তুটো তুলাপাত্র লাগান থাকে। বাঁ দিকের পাত্রে যে বস্তুটির ভর মাপতে হবে সেটি এবং ডানদিকে জানা ভরগুলি রাথতে হয়। তুলাদণ্ডের ঠিক মাঝথানে স্ট্রক বা পয়েন্টার লাগান থাকে। স্ট্রকের নিচের অংশটি তুলাদণ্ডের আলগা অবস্থায় একটি স্কেলের উপর যাওয়া আদা করতে পারে। যদি স্ফকটি এই অবস্থায় ঠিক মাঝের দাগের উপর থাকে বা তার তুইপাশে সমান সংখ্যক ঘর বরাবর দোল থায় তবে জানবে হুদিকে ভর সমান। তুলাদণ্ডের মাঝথানে স্কুচকের একট পাশে একটি ওলন দড়ি বা প্রান্থ লাইন ঝোলান থাকে। ওলন দুভির নিচে উপর দিকে মুখ করে আর একটি কাঁটা স্বস্তুটির গায়ে শক্তভাবে আটকান থাকে। কাঠের নিচের জুগুলির সাহায্যে এই কাঁটার সঙ্গে ওলন দ্বজির মূথ মিলিয়ে নিতে হয়। নতুবা স্থচক কাঁটাটি স্কেলের উপর স্বাধীনভাবে দোল থেতে পারে না। বাইরের বাতাদে যাতে স্চকটি নড়ে মাপে ভুল না আদে নেজন্ম যন্ত্রটি কাচের বাক্সে বদান থাকে। ভর তুলনা করার জন্ম ওজনের বাক্স বা ওয়েট বক্স পাওয়া যায় (চিত্র 1.8)। এই বাক্সে বিভিন্ন মাপের ওন্ধন থাকে। সাধারণ বাক্সে সর্বোচ্চ ওজন হচ্ছে 100 g। গ্রামের ভগ্নংশ ওজনও থাকে। অনেক স্থবেদী তুলাযম্ভে রাইডার ব্যবহার করা হয়। ওজনগুলির গায়ে যাতে ময়লা না লাগে সেজন্ত একটি চিমটার পাহায্যে ওজনগুলি নাড়া-চাড়া করতে হয়।

তোমরা দেখেছ সাধারণ দাঁড়িপাল্লায় ওজন করার সময় বাঁদিকের পাল্লায় বাটথারা রেথে ডানদিকে বস্তু কমিয়ে বা বাড়িয়ে ওজন করা হয়। ফিজিকাল ব্যালেন্সে বাঁদিকের তুলাপাত্রে বস্তু রেথে ডানদিকের তুলাপাত্রে বাটথারা বাড়িয়ে বা কমিয়ে ওজন নিতে হয়। কারণ এক্ষেত্রে বস্তুটির ওজন নির্দিষ্ট। বাঁ দিকে বস্তু ও ডান দিকে বাটথারা রেথে চাকতি ঘ্রিয়ে দওটিকে উপরে তুললে স্চকটি স্কেলের একস্থানে স্থির থাকে অথবা দোল থেতে থাকে। স্চকটি যদি স্কেলের ঠিক মার্যথানে থাকে অথবা তুইপাশে সমান সংখ্যক ঘর বরাবর দোল থায় তবে বস্তুর ওজন ডান দিকের তুলাপাত্রে রাথা বাটথারার ওজনের সমান।

সময়ের পরিমাপ

কোন ঘটনা নির্দিষ্ট সময়ের ব্যবধানে ঘটলে এই সময়ের অন্তরের দাহায্যে সময় মাপা যায়।

সময় মাপের সবচেয়ে পুরনো ঘড়ি কর্ষ। পৃথিবীর আবর্তনের জন্ত স্থের উদয় ও অস্তের মধাবতী সময়ের বাবধান জেনে সময় মাপা অতি প্রাচীনকালে প্রচলিত ছিল। তথনকার দিনে স্র্রের উদয় ও অস্তের মধ্যবর্তী সময়কে দিন এবং অস্ত ও উদয়ের মধাবর্তী সময়কে রাত্রি বলা হত। প্রবর্তীকালে এক সুর্যান্ত থেকে প্রবর্তী সুর্যান্তের মধ্যবর্তী সময়কে বলা হত দিন। সময় মাপার যন্ত্রকে বলা হত স্থ ঘড়ি বা সান ভায়াল। একটা গোলাকার বৃত্তের মাঝখানে কেন্দ্র থেকে বৃত্ত রেখা পর্যন্ত বিস্তৃত একটি ত্রিভুজাকার অম্বচ্ছ পাত রাথা হত। এই পাতের ছায়া দেখে সময় নির্ণন্ন করা হত। বৃত্ত রেথার উপর সময় অহুযায়ী দাগ কাটা থাকত। ামাদের দেশে প্রাচীন কালে সূর্য ঘড়ি ব্যবহার হত। দিল্লি এবং জয়পুরে যে যস্তর মন্তর আছে তাতে সূর্য ঘড়ি দেখতে পাবে। আকাশে নক্ষত্রের অবস্থান দেখেও সময় নির্ণয় করা হত। মিশরীরা এবং গ্রীনল্যাণ্ডের এন্ধিমোরা জোয়ার ও ভাটার মধ্যবর্তী সময়ের ব্যবধান দেখে সময় নির্ণয় করত। তোমরা জল



हिख 1. 9

ঘড়ির কথাও শুনে থাকবে। মুঘল আমলে আমাদের দেশে জল ঘড়ির চলন ছিল। আজকাল অবশ্য সম্পূর্ণ নতুন ধরনের ঘড়ি ব্যবহার হয়। অনেক দেওয়াল ঘড়িতে একটা দণ্ড সমেত চাকতি হলতে দেখে থাকবে। একে বলে দোলক বা পেণ্ডুলাম। দোলকের ব্যবহার চালু করেন গ্যালিলিও। তিনি একদিন গির্জেয় ঝোলান ঝাড়লগুনকে ত্লতে দেখে লক্ষ্য করেন যে এর দোলন

कान वहनाय ना । जिनि निष्ठव नांजीव स्नल्याव मरक भिनिय पहर्शन अकिषिक থেকে আর একদিক পর্যন্ত যাওয়ার সময়ের অস্তর একই থাকে। তোমবা

পরীক্ষা করে দেখতে পারো একটি স্থডোর মূথে তিল বেঁধে। যদি স্থতো ও
টিলের মার্যথান পর্যন্ত দ্রত্ব 99.4 cm হয় তবে টিলটির এক প্রান্ত থেকে অন্ত
প্রান্তে যেতে এক দেকেও সময় লাগবে। আমরা যে সব ঘড়ি ব্যবহার করি
সবই স্পিং দিয়ে একটি চাকা দোলান হয়। গবেষণাগারে সময়ের অন্তর
মাপার বিশেষ ধরনের ঘড়ি ব্যবহার হয়, তাদের বলে দ্টপ ঘড়ি। এই ঘড়ি
ইচ্ছামত চালান বা বন্ধ করা যায়। তু রকমের দ্টপ ঘড়ি আছে—দ্টপ
ক্রক ও দ্টপওয়াচ (চিত্র 1.9)। তু রকমের ঘড়িতেই তৃটি কাঁটা থাকে—
বড়িটি দেকেও মাপার জন্ত, ছোটটি মিনিটের মাপের জন্ত। ইচ্ছামত
চালান বা বন্ধ করার জন্ত দ্বলি ওয়াচে একটি নব ও দ্টপ ক্রকে একটি
দও থাকে।

সময়ের মান অতি শক্ষভাবে মাপতে হলে আজকাল পারমাণবিক ঘড়ি ব্যবহার হয়। আমাদের দেশেও এই ধরনের ঘড়ি আছে।

ঽ পদার্থ ও শক্তি

' পদার্থ

আমাদের চারপাশে কত বকমের জিনিদ। তাদের আকৃতি, প্রকৃতি, গঠন ও ধর্মও নানা বকমের। কোনটা শক্ত, কোনটা আবার গ্যাদীয়। তাদের গন্ধ, বঙ, স্বাদও বিভিন্ন। কোনটা জড় আবার কোনটা জীবস্ত। এই পৃথিবীর জড় ও জীব দকল বস্তুকেই আমরা ইন্দ্রিয়ের দাহায্যে অন্তব করতে পারি। দকল বস্তুই কিছু জায়গা জুড়ে আছে এবং দকলেরই ওন্ধন আছে—যত কম বা যত বেশিই হোক না কেন।

বস্তুর জড়তা কাকে বলে তোমরা পড়েছ। স্থির বস্তু চিরদিনই স্থির থাকে এবং চলমান বস্তু চিরদিনই চলতে থাকবে যদি জমি বা বাতাসের ঘর্ষণ না থাকে। এই অবস্থার পরিবর্তন করতে হলে বলের প্রয়োজন। বস্তুর নিজের অবস্থাতে থাকতে চাওয়ার ধর্মকে জড়তা বলে।

যে দব বস্তুকে আমরা ইন্দ্রিয়ের দাহায়ো অমূত্ব করতে পারি, যারা কিছু স্থান অধিকার করে আছে এবং যাদের ওজন ও জড়তা আছে তাদের পদার্থ বলে।

শক্তি

কাজ করা কাকে বলে তোমরা পড়েছ। তথু জীব নয় জড় বস্তুও কাজ করতে সক্ষম। যে কোন বস্তুর কাজ করার সামর্থ্যকে বলে শাক্ত। শক্তি বস্তুর সঙ্গে যুক্ত থেকে তাদের ক্রিয়াকলাপকে নিয়ন্ত্রিত করে।

वस्त । मिक अरे प्रेराप्त वशायनरे राष्ट्र भार्थ विकान।

ভর ও ভার

কোন বস্তুর ভর ও ভার এক জিনিস নয়। কোন বস্তুতে জড়তার মোট পরিমাণকে বলে তার ভর, কিন্তু সেই বস্তুকে পৃথিবী যে বল দিয়ে আকর্ষণ করে তাকে বলে তার ভার। ভর স্কেলার রাশি, ভার ভেক্টর রাশি। ভার পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানে ভিন্ন হতে পারে, কিন্তু ভর অপরিবর্তিত থাকে। পৃথিবী থেকে দূরে যেতে থাকলে অভিকর্ম টান কমতে থাকে। তথন নভশ্চরদের ভার বা ওজন কমতে থাকে। কিন্তু তাদের ভর অপরিবর্তিত থাকে। ভর যে কোন বস্তুর মৌলিক ধর্ম।

পরে জানতে পারবে বম্বর ভরও অপরিবর্তিত থাকে না। কোন চলমান বস্তর বেগ আলোর গতিবেগের কাছাকাছি হলে তার ভর বৃদ্ধি হয়—একথা আইন-ফাইন প্রথম উপলব্ধি করেন এবং তার জন্ম একটি স্ত্র তৈরি করেন। স্ত্রটি যে ঠিক সেটা পরে পরীক্ষায় প্রমাণ হয়েছে।

সাধারণ দাঁড়িপালা বা শ্রিং তুলা দিয়ে বস্ত ওন্ধন করা হয়। দাঁড়ি-পালায় যে বস্থটির ওন্ধন নেবে তার ভব, বাটথারা অর্থাৎ আর একটি বস্তুর নির্দিট ভরের দক্ষে তুলনা করা হয়। দাঁড়িপালায় আদলে ভর মাপা হয়। শ্রিং তুলার নিচের আংটায় বস্তুটিকে ঝুলিয়ে দিলে পৃথিবীর আকর্ষণী বল শ্রিংটিতে যে প্রদারণ স্বষ্ট করে তাই বস্তুটির ওন্ধন। স্বতরাং প্রিং তুলায় তোমরা প্রকৃত ওজন মাপতে পার। স্থিং তুলা সম্বন্ধে ভালভাবে পরে পড়বে। বস্তুর ওজন অভিকর্ষদ্ধ ত্বরণের উপর নির্ভর করে। কোন স্থানে অভিকর্ষজ অরণের মান দেই স্থান থেকে পৃথিবীর কেন্দ্রের দূরত্বের বর্গের ব্যাস্তাহপাতিক। কিন্ত ভূপৃষ্ঠ থেকে পৃথিবীর কেন্দ্রের দূরত্ব দব জায়গায় সমান নয়। স্তবাং কোন বস্তব ভব এক হলেও সর্বত্র ভার ওজন সমান হবে না। দূরত্ব বাড়লে ওজন কমে আর দূরত্ব কমলে ওজন বাড়ে। পাহাড়ের উপর বস্তুর ওজন ভূপ্ঠের ওজনের চেয়ে কম। আবার মেক অঞ্চলে বস্তুর ওজন বিষুব অঞ্চলের ওজনের চেয়ে বেশি। কোন বস্তুর উত্তৰ মেকতে ওজন 1 kg হলে মাল্রান্তে ওজন হবে 0.995 kg অর্থাৎ উত্তর মেরুর ওন্ধনের চেয়ে কম কারণ মালাজ বিষুব অঞ্চলে অবস্থিত। চাঁদের ভর পৃথিবীর ভরের প্রায় এক ষ্ঠাংশ। তাই যে কোন বস্তুর ওজন চাঁদে মাপলে পৃথিবীতে ঐ বস্তুর ওজনের প্রায় ছয় ভাগের এক ভাগ দেখাবে।

শক্তির বিভিন্ন রূপ ও তাদের রূপান্তর

শক্তির কথা তোমরা আগেই পড়েছ। শক্তির কয়েকটি ভিন্ন রূপের কথাও তোমরা জান। সাধারণত নিমলিথিত রূপে শক্তির প্রকাশ পেতে পারে: (ক) যান্ত্ৰিক শক্তি, (থ) তাপ শব্তি, (গ) বিকিরণ শক্তি, (ঘ) শব্দ শক্তি,

(ঙ) চুম্বক শক্তি, (চ) বিহাৎ শক্তি।

এছাড়াও রাসায়নিক শক্তি, পারমাণবিক শক্তি ইত্যাদির কথা পরে পড়বে। যান্ত্রিক শক্তি স্থিতিশক্তি বা গতিশক্তি এই ছুইভাবে: প্রকাশ পেতে পারে এবং আলোর শক্তি বিকিরণ শক্তিরই এক বিশেষ রূপ।

শক্তিকে এক রূপ থেকে অন্ত রূপে রূপান্তর করা সন্তব। যেমন ধর বিছাৎ। বিছাৎশক্তি যথন পাথা ঘোরায় বা টেন চালায় তথন যান্ত্রিক শক্তিতে, যথন আলো জালায় তথন আলোক শক্তিতে এবং ইলেকট্রিক হিটারে তাপ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। আবার জলের স্রোতের গতিশক্তি টারবাইন ুঘুরিয়ে বিছাৎ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। স্থীম এঞ্জিনের তাপশক্তি বেলগাড়ি চালিয়ে যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। এ ধরনের অক্তম্ম উদাহরণ দেওয়া চলে।

ভরের নিভ্যতা

তুলাদণ্ডের সাহায্যে বস্তর ভব মাপা সম্ভব বা ঘটি ভবের তুলনা সম্ভব। যতক্ষণ তুলাদণ্ড সমাস্তরাল থাকবে ততক্ষণ বস্তুটিকে কাটা, ছেঁড়া বা ওঁড়ো যাই কর না কেন বস্তর ভব একই থাকবে। রাসায়নিক প্রক্রিয়াতেও বস্তর ভব পরিবর্তন করা সম্ভব নয়। একই কথা সব বস্তর ক্ষেত্রেই থাটে। অর্থাৎ পৃথিবীতে মোট ভবের পরিমাণ অপরিবর্তিত আছে। বস্তর ভবের বিনাশ নেই বা সৃষ্টিও করা যায় না। একে ভরের নিত্যতা স্থ্যে বলে।



চিত্ৰ 2.1

ভবের নিত্যতার প্রথম পরীক্ষা করেন ল্যাণ্ডোন্ট বিংশ শতাব্দীর প্রথম ভাগে। H-আরুতির মত দেখতে তুই বাছ বিশিষ্ট একটি কাচের নলের এক বাছতে তিনি কেরাস সালফেট (FeSO₂) ও অক্ত বাছতে সিলভার সালফেট (Ag₂SO₄) দ্রবণ নেন (চিত্র 2.1)। তিনি বাছত্টির মুখ বন্ধ করে দেন ও লক্ষ্য বাথেন যাতে এক বাছর দ্রবণ অক্ত বাছর দ্রবণের সঙ্গে মিশে না যায়। এই অবস্থায় তিনি দ্রবণ সমেত কাচ নলটি অতি স্ক্ষ তুলাদণ্ডে ওম্পন করেন। পরে নলটিকে উলটিয়ে দ্রবণ ত্টিকে সম্পূর্ণ

ভাবে মেশান। তথন তাদের মধ্যে রাদায়নিক বিক্রিয়ার ফলে দিলভার দালফেট বিজ্ঞারিত হয়ে রুপোয় পরিণত হয়।

 $2\text{Fe SO}_4 + \text{Ag}_2 \text{ SO}_4 = \text{Fe}_2 (\text{SO}_4)_3 + 2\text{Ag}$

বিক্রিয়ার শেষে নলটিকে কিছুক্ষণ ঠাণ্ডা হতে দিয়ে তিনি আবার ওন্ধন নেন ও দেখেন আগের ও পরের ওন্ধন সমান। এ থেকে ভরের নিত্যতা প্রমাণিত হয়।

শক্তির নিত্যতা

শক্তি যথন রূপান্তরিত হয় তথন তাদের ক্ষয় বা বিনাশ হয় না। শক্তি স্থাষ্ট করা বা ক্ষয় করা সন্তব নয়। যথন কোন বস্তু শক্তি হারায় তথন অক্সকোন বস্তু সমপরিমাণ শক্তি লাভ করে। প্রমাণ করা গিয়েছে যে শক্তি রূপান্তরের সময় রূপান্তরের আগে ও পরে মোট শক্তির পরিমাণ সমান। বিজ্ঞানীদের মতে বিশ্ব স্থেষ্টির সময় শক্তির মোট পরিমাণ যা ছিল আজও তা অপরিবর্তিত আছে। এই স্তুকে বলে শক্তিরে নিত্যতা স্কুত্ত।

শক্তির অপচয়

শক্তি যথন এক রূপ থেকে অন্ত রূপে পরিবর্তিত হয় তথন প্রায়ই দেখা যায় রূপান্তরের পরের শক্তি রূপান্তরের আগের শক্তির চেয়ে কম। উদাহরণস্বরূপ যে কোন যন্ত্র নাও। যন্ত্রে যে শক্তি দেওয়া হয় এবং যন্ত্রের কান্ধ করার ক্ষমতা এক নয়। প্রদত্ত শক্তি সব সময়েই বেশি। এই শক্তির কিছু পরিমাণ যন্ত্রের বিভিন্ন অংশে ঘর্ষণের বাধা অভিক্রম করার কান্ধে লাগে ও ফলে তাপ উৎপন্ন হয়। অনেক উপর থেকে একটি ঢিল নিচে ফেলে দিলে ঢিলটির স্থিতিশক্তি রূপান্তরিত হয় গতিশক্তি, শব্দশক্তি এবং তাপশক্তিতে। কিন্তু এই শক্তিগুলির কোনটিকেই উপযোগী কান্ধে লাগানো যায় না এবং তাদের অপচয় হয়েছে বলে মনে করা হয়। কিন্তু এই অমুপ্রোগী শক্তি ও প্রাপ্ত শক্তির যোগফল প্রদত্ত শক্তির সমান।

বস্তু ও শক্তির তুল্যমূল্যতা

বিংশ শতাব্দীর প্রথম ভাগে বৈজ্ঞানিক অ্যালবার্ট আইনন্টাইন বলেন যে বস্তু ও শক্তি একে অন্ততে রূপান্তবিত হতে পারে। তিনি বলেন, পদার্থ হচ্ছে শক্তিরই

2702.



(ক) যান্ত্ৰিক শক্তি, (থ) তাপ শক্তি, (গ) বিকিরণ শক্তি, (ঘ) শব্দ শক্তি,

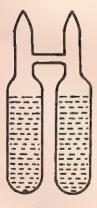
(ঙ) চুম্বক শব্দি, (চ) বিহাৎ শব্দি।

এছাড়াও বাদায়নিক শক্তি, পারমাণবিক শক্তি ইত্যাদির কথা পরে পড়বে। যান্ত্রিক শক্তি স্থিতিশক্তি বা গতিশক্তি এই তুইভাবে: প্রকাশ পেতে পারে এবং আলোর শক্তি বিকিরণ শক্তিরই এক বিশেষ রূপ।

শক্তিকে এক রূপ থেকে অন্য রূপে রূপান্তর করা সন্তব। যেমন ধর বিহাৎ। বিহাৎশক্তি যথন পাথা ঘোরায় বা ট্রেন চালায় তথন যান্ত্রিক শক্তিতে, যথন আলো জালায় তথন আলোক শক্তিতে এবং ইলেকট্রিক হিটারে তাপ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। আবার জলের স্রোতের গতিশক্তি টারবাইন ুর্রিয়ে বিহাৎ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। স্থীম এঞ্জিনের তাপশক্তি রেলগাড়ি চালিয়ে যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। এ ধরনের অজ্ঞ্জ উদাহরণ দেওয়া চলে।

ভরের নিভ্যতা

তুলাদণ্ডের দাহায্যে বপ্তর ভব মাপা দন্তব বা ছটি ভবের তুলনা দন্তব। যতক্ষণ তুলাদণ্ড দমান্তবাল থাকবে ততক্ষণ বস্তুটিকে কাটা, ছেঁড়া বা ওঁড়ো যাই কর না কেন বস্তুর ভর একই থাকবে। রাদায়নিক প্রক্রিয়াতেও বস্তুর ভর পরিবর্তন করা দন্তব নয়। একই কথা দব বস্তুর ক্ষেত্রেই খাটে। অর্থাৎ পৃথিবীতে মোট ভরের পরিমাণ অপরিবর্তিত আছে। বস্তুর ভরের বিনাশ নেই বা সৃষ্টিও করা যায় না। একে ভরের মিত্যতা স্কুত্র বলে।



চিত্ৰ 2.1

ভরের নিত্যতার প্রথম পরীক্ষা করেন ল্যাণ্ডোন্ট বিংশ শতাব্দীর প্রথম ভাগে। H-আরুতির মত দেখতে ছই বাহু বিশিষ্ট একটি কাচের নলের এক বাহুতে তিনি ফেরাস সালফেট (FeSO₄) ও অক্সবাহুতে সিলভার সালফেট (Ag₂SO₄) দ্রবণ নেন (চিত্র 2.1)। তিনি বাহুহুটির মুথ বন্ধ করে দেন ও লক্ষ্য রাথেন যাতে এক বাহুর দ্রবণ অক্সবাহুর দ্রবণের সঙ্গে মিশে না যায়। এই অবস্থায় তিনি দ্রবণ সমেত কাচ নলটি অতি স্ক্ষা তুলাদণ্ডে ওজন করেন। পরে নলটিকে উলটিয়ে দ্রবণ ছটিকে সম্পূর্ণ

ভাবে মেশান। তথন তাদের মধ্যে রাদায়নিক বিক্রিয়ার ফলে সিলভার দালফেট বিজ্ঞারিত হয়ে রুপোয় পরিণত হয়।

 $2\text{Fe SO}_4 + \text{Ag}_2 \text{SO}_4 = \text{Fe}_2 (\text{SO}_4)_3 + 2\text{Ag}$

বিক্রিয়ার শেষে নলটিকে কিছুক্ষণ ঠাণ্ডা হতে দিয়ে তিনি আবার ওঞ্জন নেন ও দেখেন আগের ও পরের ওজন সমান। এ থেকে ভরের নিত্যতা প্রমাণিত হয়।

শক্তির নিত্যতা

শক্তি যথন রূপান্তরিত হয় তথন তাদের ক্ষয় বা বিনাশ হয় না। শক্তি স্বষ্টি করা বা ক্ষয় করা সম্ভব নয়। যথন কোন বস্তু শক্তি হারায় তথন অক্সকোন বস্তু সমপরিমাণ শক্তি লাভ করে। প্রমাণ করা গিয়েছে যে শক্তি রূপান্তরের সময় রূপান্তরের আগে ও পরে মোট শক্তির পরিমাণ সমান। বিজ্ঞানীদের মতে বিশ্ব স্বাধীর সময় শক্তির মোট পরিমাণ যা ছিল আন্ধও তা অপরিবর্তিত আছে। এই স্ত্রেকে বলে শক্তির নিত্যতা স্কুত্র।

শক্তির অপচয়

শক্তি যথন এক রূপ থেকে অন্ত রূপে পরিবর্তিত হয় তথন প্রায়ই দেখা যায় রূপান্তরের পরের শক্তি রূপান্তরের আগের শক্তির চেয়ে কম। উদাহরণস্বরূপ যে কোন যন্ত্র নাও। যন্ত্রে যে শক্তি দেওয়া হয় এবং যন্ত্রের কাজ করার ক্ষমতা এক নয়। প্রদত্ত শক্তি সব সময়েই বেশি। এই শক্তির কিছু পরিমাণ যন্ত্রের বিভিন্ন আংশে ঘর্ষণের বাধা অতিক্রম করার কাজে লাগে ও ফলে তাপ উৎপন্ন হয়। অনেক উপর থেকে একটি ঢিল নিচে ফেলে দিলে ঢিলটির স্থিতিশক্তি রূপান্তরিত হয় গতিশক্তি, শব্দশক্তি এবং তাপশক্তিতে। কিন্তু এই শক্তিগুলির কোনটিকেই উপযোগী কাজে লাগানো যায় না এবং তাদের অপচয় হয়েছে বলে মনে করা হয়। কিন্তু এই অমুপ্যোগী শক্তি ও প্রাপ্ত শক্তির যোগফল প্রদত্ত শক্তির সমান।

বস্তু ও শক্তির তুল্যমূল্যভা

বিংশ শতান্দীর প্রথম ভাগে বৈজ্ঞানিক আলবার্ট আইনস্টাইন বলেন যে বস্তু ও শক্তি একে অন্ততে রূপাস্তরিত হতে পারে। তিনি বলেন, পদার্থ হচ্ছে শক্তিরই

22.8.05

2702

এক বিশেষ রূপ। পদার্থ ও শক্তির সম্পর্ক নিয়ে তিনি এক সমীকরণ বার করেন। যদি m তব, E শক্তিতে রূপান্তরিত হয় এবং c যদি আলোর গতিবেগ হয় তবে $E=mc^2$ । অর্থাৎ বস্তকে বিলোপ করে শক্তি এবং শক্তিকে বিলোপ করে বস্তুতে রূপান্তর করা সম্ভব। একেই বলে বস্তু ও শক্তির তুল্যসূল্যতা। এর কোন সাধারণ উদাহরণ দেওয়া সম্ভব নয়, তবে প্রমাণু বিজ্ঞানে এটা অহরহ ঘটছে।

পদার্থ বিলোপ করে যে প্রচণ্ড শক্তি পাওয়া সম্ভব, সাধারণ মাত্র্যে তার প্রথম প্রমাণ পায় পরমাণু বোমার বিক্ষোরণে। পরে এই শক্তি নিয়ন্ত্রিত করে পারমাণবিক রিজ্ঞাকটর তৈরি হয়েছে বিছাৎ উৎপাদনের জন্ম। ভোমরা নিশ্চয়ই জান বোঘাইয়ের কাছে তারাপুরে পারমাণবিক রিজ্ঞাকটর কেন্দ্রে উৎপাদিত বিহাৎ মহারাষ্ট্র ও গুজরাটে সরবরাহ করা হয়। তামিলনাভূর কলাপক্কমে, রাজস্থানের রাণাপ্রতাপসাগরে এবং উত্তর প্রদেশের নারোরায় বিহাৎ উৎপাদনের জন্ম পারমাণবিক রিজ্ঞাকটর তৈরি চলেছে।

ভর ও শক্তির নিভ্যতা

তোমরা জানলে ভরকে শক্তিতে এবং শক্তিকে ভরে রূপান্তরিত করা যায় এবং পারমাণবিক বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে ভর শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। তোমরা জান পৃথিবীতে শক্তির উৎস স্থা। আবার স্র্ধের শক্তির উৎস হচ্ছে নানা ধরনের পারমাণবিক বিক্রিয়া। বিশেষ বিশেষ ক্ষেত্রে শক্তির নিত্যতা স্ত্র সত্য হলেও পারমাণবিক বিক্রিয়ায় এগুলি থাটে না। তাই সাধারণভাবে বলতে গেলে বলতে হয় ভর ও শক্তির মোট পরিমাণ নিত্য। এই স্ত্রের নাম ভর ও শক্তির নিত্যতা প্রত্রে।

🗢 অবস্থার রূপান্তর

পদার্থের ভৌত অবস্থা

পৃথিবীর যাবতীয় পদার্থকে কঠিন, তরল এবং গ্যাদীয়—তিনটি পৃথক শ্রেণীতে ভাগ করা যায়। প্রতিটি শ্রেণীকে বস্তুর অবস্থা বলে।

কঠিন: কঠিন পদার্থের নির্দিষ্ট আকার এবং আয়তন আছে। আয়তন থাকার অর্থই হল একটা স্থনির্দিষ্ট জায়গা দখল করে থাকা। বাইরে থেকে বল প্রয়োগ ব্যতীত কঠিন পদার্থ মাত্রই আপন আপন আকার ব্ছায় রাথবার চেষ্টা করে।

তরল: তবল পদার্থের নির্দিষ্ট আয়তন আছে। কিন্তু আকার নেই।
তাই তবল পদার্থ রাথার জন্ম কোন পাত্র বা আধারের প্রয়োজন হয় এবং যে
পাত্রে তবল পদার্থ রাথা যায় পদার্থ দেই পাত্রের আকার ধারণ করে। এক
বোতল ত্ব বা তেল কোন বাটিতে বা হাঁড়িতে যে পাত্রেই রাথা হোক না কেন,
তার আকার বাটি বা হাঁড়ির মতই হবে। কিন্তু আয়তন একটুও বাড়ল না,
দেই এক বোতলই থাকবে।

গ্যাস: গ্যাসীয় পদার্থের কোন নির্দিষ্ট আকারও নেই, আয়তনও নেই।
যথন যে আধারে থাকে সেই আধারের আকার ও আয়তন গ্রহণ করে।
গ্যাসীয় পদার্থের এই ধর্ম সহজেই তোমবা পরীক্ষা করে দেখতে পার।

পদার্থের অবস্থার পরিবর্তন

পৃথিবীর যে কোন পদার্থ—কঠিন, তরল অথবা গ্যাস—সাধারণ তাপমাত্রায়
যে কোন একটি অবস্থায় থাকে। পদার্থের এই অবস্থা কি স্থায়ী ? অর্থাৎ কোন
কঠিন পদার্থ কি যে কোন অবস্থায় কঠিন থাকবে অথবা কোন তরল পদার্থকে
কি সব সময়েই তরল অবস্থায় পাওয়া যাবে ? গ্যাসের ক্ষেত্রেও ওই একই প্রশ্ন
হতে পারে। জল নিয়ে পরীক্ষা করে এই প্রশ্নের আলোচনা করা যেতে পারে।

জল স্বাভাবিক অবস্থায় তরল পদার্থ এবং জলের উপাদান অক্সিজেন এবং হাইড্রোজেন—এই ছটি গ্যাদ। কিন্তু বরফ স্বাভাবিক অবস্থায় কঠিন পদার্থ। বরফের উপাদানও অক্সিজেন ও হাইড্রোজেন গ্যাদ। আবার অদৃশ্র জলীয় বাস্প যা স্বাভাবিক অবস্থায় গ্যাস অথবা জল ফোটালে যে স্থীম পাওয়া যায় তার উপাদানও ওই তৃটি গ্যাস—অক্সিজেন ও হাইড্রোজেন। আমরা এখন নিশ্চিত ভাবে বলতে পারি—জল, বরফ এবং জলীয় বাষ্প বা দ্বীম একই পদার্থের তিনটি পৃথক অবস্থা মাত্র।

গলন ও হিমায়ন: গলনাম্ব ও হিমাম্ব

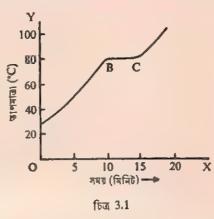
্যে কোন বস্তুকে গ্রম করলে চুটি পরিবর্তন লক্ষ্য করা যায়। বস্তুর তাপমাত্রা বাড়ে এবং আরও গরম করলে এক সময় বস্তুর অবস্থার পরিবর্তন হয়। 'উদাহরণস্বরূপ 0°C তাপমাত্রায় এক টুকরো বরফ নেওয়া হল। এই টুকরোটিকে গরম করলে বরফ গলে জল হতে থাকবে। যতক্ষণ না সমস্ত বরফ গলে জল হয় ততক্ষণ তার তাপমাত্রার কোন পরিবর্তন হয় না। সমস্ত বস্তুর ক্ষেত্রে একই पर्टना घटि। এই প্রণালীকে বলা হয় পলন বা মেল্টিং এবং প্রমাণ চাপে যে নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় বস্তু গলে তাকে বলা হয় বস্তুর গলনাক্ষ বা মেণ্টিং পয়েণ্ট। বস্তু গলে যাওয়ার পরেও তাকে গরম করা হলে বস্তুটির তরল অবস্থায় তাপমাত্রা বাড়তে থাকবে। ঠিক একই ভাবে যে কোন তরল বস্তুকে ঠাণ্ডা করে কঠিন বস্তুতে পরিণত করা যায়। ঠাণ্ডা করতে থাকলে প্রথমে তরলের তাপমাত্রা কমতে থাকবে। পরে আরও ঠাণ্ডা করতে থাকলে দেখা যাবে একটি তাপমাত্রায় বস্তুটি জমতে শুরু করেছে এবং সমস্ত তরলটুকু জমে না যাওয়া পর্যন্ত এই তাপমাত্রার কোন পরিবর্তন হবে না। এই প্রণালীকে বলে হিমায়ন বা ফ্রিজিং এবং প্রমাণ চাপে যে তাপমাত্রায় বস্তুটি জমতে থাকে তাকে বলে **হিমান্ত** ব। ফ্রিজিং পয়েন্ট। মনে রাখবে গলনাত্ব ও হিমাত্ব চাপের উপর নির্ভর করে। চাপ পরিবর্তিত হলে এই তাপমাত্রা পরিবর্তিত হয়। বস্তুটিকে আরও ঠাণ্ডা করতে থাকলে কঠিন অবস্থায় তাপমাত্রা কমতে থাকবে।

গলনাক্ষ নির্ণয়: (1) বেশ কয়েক টুকরো বরফ নাও। পরিদ্ধার ভাবে ধুয়ে এক টুকরো রটিং কাগজ দিয়ে তাদের গা ভকনো করে নাও। পরে বরফ-গুলোকে একটি বিকারে রেথে একটি থার্মোমিটার দিয়ে তাদের তাপমাত্রা দেখে নাও। এরারে বৃনদেন বা স্পিরিট দীপের সাহায্যে বিকারটিকে ধীরে ধীরে গরম করতে থাক। দেখবে বরফ গলতে শুকু করেছে। তাপমাত্রার দিকে বিশেষভাবে লক্ষ্য কর। দেখবে বরফ সম্পূর্ণ গলে না যাওয়া পর্যস্ত তাপমাত্রার

কোন পরিবর্তন হচ্ছে না। সমস্ত বরফ গলে যাওয়ার পরে তাপ দিতে থাকলে জলের তাপমাত্রা ধীরে ধীরে বাড়তে থাকবে।

(2) একটি বড় বিকারে কিছু গুঁড়ো গ্রাপথালিন নাও এবং ব্নসেন দীপের সাহায্যে ধীরে ধীরে গরম করতে থাক। একটি থার্মোমিটারের সাহায্যে গুঁড়ো

ন্থাপথালিনের তাপমাত্রা এক
মিনিট অন্তর লক্ষ্য করতে থাক
এবং থাতায় টুকে নাও। তাপমাত্রা যথন প্রায় ৪০°C তথন
লক্ষ্য করলে দেখবে যে গুঁডোটি
গলতে শুরু করেছে। তাপমাত্রা
বিশেষভাবে লক্ষ্য করলে দেখতে
পাবে যে পদার্থ গলে না যাওয়া
পর্যন্ত তাপমাত্রার কোন
পরিবর্তন হয়নি। তারও পরে



গরম করলে দেখতে পাবে যে তরল বস্তটির তাপমাত্রা আবার বাড়তে শুরু করেছে। যদি X অক্ষ বরাবর সময় ও Y অক্ষ বরাবর তাপমাত্রা ধরে একটি লেখ আঁক তবে 3.1 চিত্রের মত এক লেখ পাবে। চিত্রটি লক্ষ্য করলে দেখতে পাবে যে BC অংশে তাপমাত্রার কোন পরিবর্তন হয়নি। এই তাপমাত্রাই ন্যাপথালিনের গলনাছ।

এইবার বস্থাটিকে ঠাণ্ডা হতে দাও

এবং এক মিনিট অন্তর তাপমাত্রা
লক্ষ্য করতে থাক যতক্ষণ না বস্তুটি
কঠিন হয়। বস্তুর সময়-তাপমাত্রা
লেথ আঁক। লেথটি 3.2 চিত্রের
মত হবে। লেথটির যে অংশে
তাপমাত্রার পরিবর্তন নেই তাই
ন্যাপথালিনের হিমাক নির্দেশ করছে।
লক্ষ্য করলে দেখবে ন্যাপথালিনের
হিমাক 80°C।

এই পরীক্ষায় ব্রুতে পারলে যে কোন কেলাসিত বস্তুর হিমান্ত ও গলনাঙ্কের তাপমাত্রা এক। নির্দিষ্ট চাপে যে কোনও বস্তুর গলনাত্র একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রা। এটি কেলাসিত বস্তুর একটি ভৌত ধর্ম। উদাহরণস্বরূপ প্রমাণ চাপে বরফের গলনাত্র 0°C, পারদের —39°C এবং ক্যাপথালিনের 80°C।

কয়েকটি অকেলাদিত বস্তুর বেলায় দেখা গিয়েছে যে তাদের কোন নির্দিষ্ট গলনাস্ক নেই। উদাহরণস্বরূপ পিচ প্রভৃতির নাম করা চলে। পিচ গরম করলে প্রথমে দাক্র বা চটচটে অবস্থায় পরিণত হয়। এই পরিবর্তনের সময় তাপ-মাত্রারও পরিবর্তন হতে থাকে। কয়েকটি তরল যথা গ্রিদারিন, আাদেটিক স্মাদিত প্রভৃতির নির্দিষ্ট হিমাস্ক নেই। এরাও অবস্থার পরিবর্তনের মধ্যবর্তী সময়ে এক চটচটে অবস্থার মধ্যে বিদিয়ে যায়।

গলনে বা হিমায়নে আয়তনের পরিবর্তন: বেশির ভাগ পদার্থের কঠিন থেকে তরলে পরিবর্তনের সঙ্গে আয়তন বাড়ে এবং তরল থেকে কঠিন অবস্থার পরিবর্তনে আয়তন কমে। কিন্তু করেকটি বস্তু এদের বাতিক্রম, যেমন—জল, ঢালাই লোহা, বিসমাধ, আন্টিমনি, পিতল ইত্যাদি। এদের তরল অবস্থায় আয়তন কম এবং কঠিন অবস্থায় আয়তন বেশি। দেজতা এই সব বস্তুর কঠিন অবস্থায় ঘনত্ব কম। জল একটি অতি পরিচিত উদাহরণ। বরফের টুকরোকে জলে ভাগতে তোমরা দেখেছ। শীতের দেশে খ্ব বেশি ঠাণ্ডা পড়লে খোলা জলের পাইপ ফেটে যায়। গল্পে হয়ত পড়েছ দ্বীপের মত বড় বড় বরফের টাই সাইবেরিয়া অঞ্চলে এক জায়গা খেকে অত্য জায়গায় ভেগে যায়। দেখা গিয়েছে যে 0°C এ 11 cc জল জমে 0°C এ 12 cc বরফে পরিণত হয়। এ খেকে বোঝা যায় যথন বরফ ভাসে তথন নিত্র অংশ জলের উপর খাকে। লোহা ও পিতলের আয়তন বৃদ্ধিও অনেক সময় প্রয়োজনে আদে। কঠিন অবস্থায় পিতল ও লোহার আয়তন বৃদ্ধি ছাচে ঢালাই কাজে সাহায্য করে।

গলনাঙ্কের উপর চাপের প্রভাব : পুনঃশিলীভবন

ছটো বরফের টুকরো নিয়ে কিছুক্ষণ চেপে ধর। পরে তাদের ছেড়ে দিলেই দেখবে তারা জোড়া লেগেছে। যথন বরফের টুকরো হুটোকে চেপে ধরা হয় তথন চাপের প্রভাবে গলনাত্ব কমে যায় এবং চাপের জায়গাটিতে বরফ গলে জল জমে। ছেড়ে দেওয়ামাত্র গলনাম্ব বেড়ে যায় এবং গলে যাওয়া জল আবার বর্ফ হয়। ফলে টুকরো তৃটি জোড়া লেগে যায়। এই ঘটনাকে বলে পুন:শিলী ভবন।

দব বস্তব গলনাঙ্কের উপর চাপের প্রভাব কিন্তু এক নয়। পরীক্ষা করে দেখা গিয়েছে যে, যে দব বস্তু গলে গেলে আয়তনে কমে তাদের গলনাক্ষ চাপের প্রভাবে কমে। লোহা, জল, বিসমাধ, আাতিমনি এই শ্রেণীর উদাহরণ। ষে দব বস্তব গলনে আয়তন বাড়ে চাপের প্রভাবে তাদের গলনাস্ক বাড়ে। প্রায়ুদ্ধ বস্তুর বেলায় এই ঘটনা ঘটে।

হিমমিশ্রণ: কোন বস্তকে তরলে দ্রবীভূত করলে দেথা যাবে যে, দ্রবণের হিমান্ধ সেই তরলের হিমান্ধের চেয়ে কম। এই মিশ্রণকে হিমমিশ্রণ বলে।

একভাগ লবণ তিনভাগ গুঁড়ো বরফে ছড়িয়ে দিলে দেখবে তাপমাত্রা প্রান্ত্র

—23°C পর্যন্ত কমে। জল ও আামোনিয়ম নাইটেট মিশ্রণের দর্বনিয় তাপমাত্রা
প্রায় —15°C পর্যন্ত হয়। তুটি মিশ্রণই হিমমিশ্রণের উদাহরণ।

যথন কোন কঠিন পদার্থকে তরলে দ্রবীভূত করা হয় তথন কঠিন বস্তুটির তরলে পরিণত হওয়ার জন্ম উত্তাপের প্রয়োজন হয়। কঠিন বস্তুটি প্রয়োজনীয় উত্তাপ তরল থেকে সংগ্রহ করে। ফলে মিশ্রণের তাপমাত্রা কমে যায়। বরফে যথন লবণ ছড়িয়ে দেওয়া হয় তথন লবণ গলে যাওয়ার জন্ম বরফও জল থেকে প্রয়োজনীয় উত্তাপ গ্রহণ করে। গ্রমনকি লবণ গোলা জলের হিমাক —2°C।

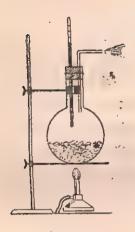
বাষ্পীভবন

তরলের বায়বীয় অবস্থাকে বাষ্পা বলে। অন্ত কোন অবস্থা থেকে কোন বস্তকে বাষ্পো পরিণত করাকে বলে বাষ্পীভবন। বাষ্পীভবন তিন ভাবে হতে পারে, যথা—(1) বাষ্পায়ন, (2) ক্টন, (3) উদ্ধ্পাতন।

(1) বাষ্পায়ন—ধীরে ধীরে তরল থেকে বাষ্পে পরিবর্তিত হওয়ার পদ্ধতিকে বলে বাজায়ন। বাষ্পায়নের কোন নির্দিষ্ট তাপমাত্রার প্রয়োজন হয় না। যে কোন তাপমাত্রায় হতে পারে। এই পদ্ধতিতে তরলের উপরতলে বাষ্পা হতে দেখা যায়। গ্রীম্মকালে নদী, পুকুর থেকে জল শুকিয়ে যাওয়া বা ভিজে কাপড় থেকে জল শুকিয়ে যাওয়া সমস্ত বাষ্পায়নের লক্ষণ। ইথার, মেথিলেটেড শ্পিরিট এই পদ্ধতিতে বাষ্পা হয়।

বাষ্পায়ন পদ্ধতিতে বাষ্প হওয়ার হার সব তরলের ক্ষেত্রে সমান নয়।
কোন কোন তরল খ্ব ক্রন্ত বাষ্পায়িত হয়; এদের উল্লায়ী তরল বলা হয়।
অ্যালকোহল, মেথিলেটেড স্পিরিট, বেনজিন, কার্বন-টেট্রাক্লোরাইড, ইথার,
পেউল প্রভৃতি উন্নায়ী তরল।

(2) স্ফুটন—প্রমাণ চাপে একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় খুব দ্রুত তরল অবস্থা থেকে বাষ্ণীয় অবস্থায় পরিবর্তনকে স্ফুটন বলে। স্ফুটন তরলের সমস্ত অংশ



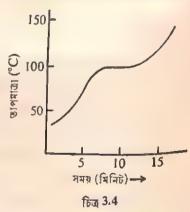
চিত্র 3.3

পেকে হয়। যে তাপমাত্রায় ক্টন শুরু হয়, তরলের
সমস্ত অংশ বাষ্প না হওয়া পর্যন্ত দেই তাপমাত্রা
স্থির থাকে। এই তাপমাত্রাকে ক্লুটনাস্ক বলে।
ক্টনাঙ্ক পারিপার্শ্বিক চাপের উপর নির্ভর করে।
ক্টনাঙ্ক তরলের ভৌত ধর্ম।

একটি ফ্লাম্থে কিছুট। জল নাও (চিত্র 3.3)।
ফ্লাম্থের ম্থে একটি ছিপি আটকাও এবং ছিপির
ভিতর দিয়ে একটি থার্মোমিটার ও একটি বাঁকা
নল ঢোকাও। লক্ষ্য রাথবে থার্মোমিটারের
বাল্বটি যেন জলের উপর থাকে। একটি বৃনদেন
দীপের সাহাযো জলটি গরম কর এবং এক মিনিট

অন্তর তাপমাত্রা নাও। প্রথমে জলের উপরতলে বাম্পের মত ধেঁায়া উঠতে

দেখা যাবে। পরে জলের নিচে ছোট
ছোট বুদবুদ উঠবে এবং কিছুদ্রে
গিয়েই ভেঙে পড়বে। জল ক্রমশ
গরম হতে থাকলে প্রায় 98°C বা
99°C এর কাছে বড় বড় বুদবুদ
জলের উপরে গিয়ে ভেঙে পড়তে
থাকবে এবং 100°C এ সমস্ত তরলে
একটা আলোড়নের স্ঠেই হবে।
কাচের নল দিয়ে প্রচুর স্থীম বার হতে



থাকবে। এই অবস্থাকে জলের ফুটতে থাকা বা ক্টন বলে। যদি কোন লেখচিত্রে X-অক্ষ বরাবর সময় এবং Y-অক্ষ বরাবর তাপমাত্রা আঁক ভবে চিত্র 3.4 এর মত লেথচিত্র পাবে। চিত্র দেথে বুঝতে পারবে যে জল একবার ফুটতে শুরু করলে তাপমাত্রার জার পরিবর্তন হবে না যতক্ষণ না সমস্ত জল বাপ্পীভূত হয়। এ থেকে বোঝা যায় তরলের স্ট্টনাই একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রা। স্ফুটনাই যে কোন তরলের একটি বিশেষ ভৌত ধর্ম।

(3) উধ্ব পাতন—কোন বস্তব কঠিন অবস্থা থেকে দলে পরিবর্তিত না হয়ে নোজাস্থলি বাঙ্গে পরিণত হওয়াকে উধ্ব পাতন বলে। এই পদ্ধ ততে বাঙ্গীতবন ধীরে ধীরে যে কোন তাপমাত্রায় হতে পারে। স্থাপথালিন প্রভৃতি এই পদ্ধতিতে বাঙ্গীভৃত হয়।

বাঞ্চায়ন যে কারণে প্রভাবিত হয়—বালায়ন বাইবের অনেকগুলি কারণে প্রভাবিত হতে পারে। ক্রন্ত বালায়ন সবচেয়ে বেশি নির্ভর করে ভরনের নিজের প্রকৃতির উপর! অন্তান্ত যে যে কারণে এই পদ্ধতিতে তরল তাড়াতাড়ি বাল্গীভূত হয় দেগুলি হচ্ছে: (1) তরলের তাপমাত্রা বৃদ্ধির উপর;
(2) তরলের উপরতলের ক্ষেত্রফল বৃদ্ধির উপর; (3) তরলের উপর বায়ু চলাচল বৃদ্ধির উপর অর্থাৎ ফু দিলে তাড়াতাড়ি বাল্পীভূত হবে; (4) তরল সংলগ্ন বায়ুর শুদ্ধতার উপর।

শুক্টনাল্কের উপর চাপের প্রভাব—পরীক্ষার দেখা গিয়েছে কোন তরলের শুক্টনাক্ষ চাপ বাড়লে বাড়ে এবং কমলে কমে। প্রমাণ চাপে জল 100°C এ কোটে। পরীক্ষার দেখা গিয়েছে যে, প্রতি 2.68 cm পারদ চাপের পরিবর্তনের সঙ্গে জলের শুটনাক্ষ 1°C ছারে পরিবর্তিত হয়। সম্প্রপৃষ্ঠ থেকে দার্জিলিং এর উচ্চতা প্রায় ছহাজার মিটার এবং দেখানে জলের শুটনাক্ষ 93.6°C। থনির নিচে বায়ুমগুলের চাপ বেশি, দেখানে জলের শুটনাক্ষ 100°C থেকে বেশি।

চাপের প্রভাবে ক্টনাম্ব কমে যাওয়ায় উচু পাহাড় অঞ্চলে রায়া করতে বেশ অস্থবিধা হয়। দেজভা পাত্রের ভিতর কব্রিম উপায়ে চাপ বাড়িয়ে ক্টনাম্ব বাড়াবার চেষ্টা করা হয়। প্রেসার-ক্কার ব্যবহার কয়তে অনেকেই দেখেছ। প্রেসার-ক্কারের পাত্রের ভিতরে জল ও দিন্ধ করার জিনিদটি রাখতে হয়। উপরের ঢাকনিতে একটি ভাল্ভ আছে। গরম করার দঙ্গে যখন ভিতরে বাষ্পা জমতে থাকে তখন চাপ ও দেই দঙ্গে ক্টনাম্ব বাড়তে থাকে, ফলে জিনিদটি তাড়াতাড়ি দিন্ধ হয়। অতিরিক্ত বাষ্পা ভাল্ভের ভিতর দিয়ে বেরিয়ে য়েভে দেওয়া হয়, যাতে বিক্ষোরণ হতে না পারে।

লীন ভাপ

তোমরা দেখেছ যথন কঠিন বস্তকে গরম করা হয় একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় বস্তুটি গলতে শুরু করে এবং তাপ দেওয়া দত্তেও দমস্ত বস্তুটি না গলা পর্যস্ত তার তাপমাত্রার পরিবর্তন হয় না। আবার হিমায়নের দময় ঠাণ্ডা করতে থাকলেও তাপমাত্রা দমস্ত তরল জমে না যাওয়া পর্যস্ত স্থির থাকে। একই ভাবে ক্টুনের দময় দেখা গিয়েছে যে দমস্ত তরল বাজ্পীভূত না হওয়া পর্যস্ত তরলটি গরম করলেও তাপমাত্রা স্থির থাকে। আবার বাজ্প ঘনীভবনের দময় দমস্ত বাজ্প তরল না হওয়া পর্যস্ত ঠাণ্ডা করলেও তাপমাত্রা স্থির থাকে। চিত্র 3.1, 3.2 এবং 3.4 লেখতে তোমরা এটা ভালভাবে ব্রুতে পেরেছ। এই তাপ কোথায় যায় ? অবস্থা পরিবর্তনের দময় এই তাপ শোষিত বা বর্জিত হয়—গলন ও ক্টুনকালে শোষিত হয় এবং হিমায়ন ও ঘনীভবনের দময় তাপ বর্জিত হয়। এই তাপকে লীন তাপ বলে।

এক একক ভরকে প্রমাণ চাপে ও নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কঠিন অবস্থা থেকে তরলে পরিণত করতে যে তাপশক্তির প্রয়োজন হয় তাকে গলনের জীন তাপ বলে। এদ আই পদ্ধতিতে জলের গলনের লীন তাপ হচ্ছে 333.6×10° J/kg.। দি জি এদ পদ্ধতিতে 80 cal/g, এবং এফ পি এদ পদ্ধতিতে 144 B. Th. U/fb.

প্রমাণ চাপে ও নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোন একক ভরের বস্তুর তরল অবস্থা থেকে গ্যাদে পরিণত হতে যে তাপ লাগে তাকে ফুটনের লীন তাপ বলে। এদ আই পদ্ধতিতে স্থীমের লীন তাপ 2258 × 10° J/kg, দি দ্বি এদ পদ্ধতিতে 537 cal/g এবং এফ পি এদ পদ্ধতিতে 964.5 B. Th. U/lb.।

৪ স্থিতি ও গতি

প্রতিদিন অনেক বস্তকে তোমরা চলাফেরা করতে দেখেছ। রাস্তায় গাড়ি চলে,
মানুষ হাঁটে, গরু ছোটে। কেউবা জোরে; আবার কেউ খুব আন্তে। এ ধরনের
অনেক উদাহরণ তোমরা নিজেরাই দিতে পারবে। আবার অনেক জিনিদ
আশাপাশে পড়ে থাকতেও দেখেছ। তোমরাও তো দিনের অনেক সময় চুপ
করে বদে বা শুয়ে থাক। কিন্তু চলাফেরার দঙ্গে বদে থাকার তফাং কোথায়?
যথন তুমি হাঁট তখন সময়ের দঙ্গে তোমার অবস্থানের পরিবর্তন কর। যে
কোন সচল বস্তুই সময়ের দঙ্গে তার অবস্থান পরিবর্তন করে। বস্তুটি তখন
গতিতে আছে বলা হয়। আর কোন বস্তু যথন সময়ের দঙ্গে তার অবস্থান
পরিবর্তন করে না তখন বলা হয় বস্তুটি স্থিতিতে আছে।

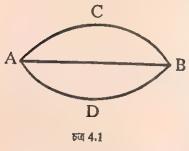
কোন বস্তু স্থিতিতে আছে, না গতিতে আছে কি করে জানবে ? জানতে হলে এমন একটি বস্তুর দরকার যে কোনদিনই তার অবস্থান পালীয় না। এরকম বস্তুর স্থিতিকে পরম স্থিতি বলে। কিন্তু পৃথিবীর উপর এরকম কোন वखद मिथा शांख्या यात्र ना । कांद्रन, शृथिवी निष्क्र एर्धित हांद्रशारण युद्रह, আর তার নঙ্গে ঘুরছে পৃথিবীর উপরের সব কিছু বস্তুই। পৃথিবীর উপরে যদি স্থির কোন বস্ত দেখি, তবে সেটা আপাতদৃষ্টিতে স্থির। স্থতরাং যে কোন স্থির বস্তুই পৃথিবীর গতির সাপেকে স্থির। একে বলে **আপেকিক স্থিতি**। আর পৃথিবীর উপরে কোন বস্তু যদি কোন স্থির বস্তুর পরিপ্রেক্ষিতে তার অবস্থান পরিবর্তন করে, তবে তার গতিকে বলে আপেক্ষিক গতি। একটু সহজ করে বলি, কেমন? যথন তুমি টেনে কোথাও যাও, তথন চলস্ত ট্রেনে তোমার পাশে যারা বদে আছে তাদের কাছে তুমি স্থির অবস্থায় অর্থাৎ আপেক্ষিক স্থিতিতে আছ, কিন্তু বাইরের তুপাশের গাছপালা বাড়িঘরের পরিপ্রেক্ষিতে তুমি ছুটছ অর্থাৎ আপেক্ষিক গতিতে আছ। তাংলে দেখছ, তুমি একই সঙ্গে আপাতদৃষ্টিতে কারও কাছে স্থির, আর কারও কাছে গতিতে আছ। তাহলে পৃথিবীর উপরের যে কোন স্থিতি এবং গতিই আপেক্ষিক।

যদি কোন বস্তুর চারপাশে অন্ত কোন বস্তু পরম স্থিতিতে থাকত এবং তার

সাপেক্ষে প্রথম বস্তুটির গতি নির্ধারণ করা যেত তবে দেই গতিকে প্ররম গতি বলা হত। প্রম স্থিতি যেমন সম্ভব নয়, প্রম গতিও তেমনি সম্ভব নয়।

চলন সংক্রান্ত কয়েকটি রাশির সংজ্ঞা নিচে দেওয়া হল।

(ক) <mark>সরণ: কোন বস্ত যথন অবস্থানের</mark> পরিবর্তন করে তথন তার



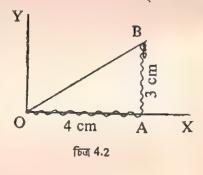
প্রথম ও শেষ অবস্থিতির মধ্যে সরল-বৈথিক দূরত্বকে সরণ বলে।

ধর, কোন বস্তুর প্রথম অবস্থান
ছিল A বিন্দু এবং কিছু সময় পরে B
বিন্দুতে এসে উপস্থিত হল (চিত্র 4.1)।
AB, ACB বা ADB যে কোন
পথেই B বিন্তু আসা সম্ভব। কিন্তু

A ও Bর মধ্যে দরলবৈথিক দ্বত্ব ABই হচ্চের বস্তুটির দরণ। AB দরণের শুধু মান নির্দেশ করে না, বস্তুটি যে A থেকে B বিন্তুতে AB পথে এদেছে, এই দিকও নির্দেশ করে।

মনে কর, একটি পিঁপড়ে প্রথমে আঁকাবাকা পথে 4cm পথ দ্রত্ব OA

অভিক্রম করল, পরে A বিন্দু থেকে একইভাবে AB পথ অভিক্রম করল (চিত্র 4.2)! AB পথ 3 cm এর সমান। O হচ্ছে পিঁপড়েটার প্রথম অবস্থান এবং B হচ্ছে শেষ অবস্থান। O ও Bর মধ্যেকার বৈথিক দ্বত্ব OB হচ্ছে পিঁপড়েটার সরণ OB দিকে। OB রেথার মান হচ্ছে



$$\sqrt{OB^2} = \sqrt{OA^2 + AB^2}$$

$$= \sqrt{4^2 + 3^2}$$

$$= 5 \text{ cm}$$

সরণ একটি ভেক্টর রাশি। কারণ এর মান ও দিক তুই-ই আছে। ১ কথাটি দিয়ে দরণ প্রকাশ করা হয়। সরণের একক এদ আই পদ্ধতিতে মিটার, দি জি এদ পদ্ধতিতে দেটিমিটার ও ব্রিটিশ পদ্ধতিতে ফুট। (খ) ফ্র**ভি: সোজা** বা বাঁকা পথে কোন বস্তু একক সময়ে যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে বস্তুর ক্রতি বলে।

ধর, কোন বম্বর প্রথম ও শেষ অবস্থানের দ্রম্ব ও এবং এই পরিবর্তন । ব্যেকেণ্ড সময়ে ঘটেছে। একক সময়ে বস্তুটি s/t দ্রম্ব যেতে পারে; এটিই হচ্ছে বস্তুটির জ্রুতি। অতএব, বস্তুটির অবস্থানের পরিবর্তনের হারকেও তার জ্রুতি বলে। জ্রুতি বোঝাতে কোন দিকের প্রয়োজন হয় না। মনে কর, কোন লোক ঘন্টায় 50 km বেগে ছুটছে। যে কোন দিকে সে ইচ্ছামত ছুটতে পারে—সোজা বা বাঁকা পথে। জ্রুতি সেজন্য একটি স্কেলার রাশি।

এদ আই পদ্ধতিতে জুতির একক প্রতি দেকেণ্ডে এক মিটার বা m/s, সি জি এদ পদ্ধতিতে cm/s এবং এফ পি এদ পদ্ধতিতে ft/s।

(গ) বেগ: বস্তব একক সময়ের দরণকে বেগ বলে। অর্থাৎ কোন বস্তু নির্দিষ্ট দিকে একক সময়ে যে দূরত্ব অভিক্রম করে ভাই বস্তব বেগ।

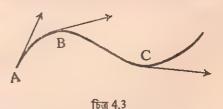
মনে কর, একটি বস্তা দেমরে AB পথে ত দ্রস্থ অতিক্রম করল। বস্তর বেগের মান হচ্ছে s/t এবং বেগের দিক হচ্ছে A থেকে Bর দিকে। স্থতরাং একটি বিশেষ দিকে নির্দিষ্ট ক্রতিকে বেগ বলে। বেগের মান ও দিক ত্বইই থাকায় বেগ একটি ভেক্টর রাশি।

কোন বস্তুর বেগ u বা v অক্ষর দিয়ে প্রকাশ করা হয়। এদ আই পদ্ধতিতে বেগের একক m/s, দি জি এদ পদ্ধতিতে cm/s এবং এফ পি এদ পদ্ধতিতে ft/s। অনেক দময় ভেকটর রাশি বোঝাতে রাশির মানের মাথায় তীর চিহ্ন

লেখা হয়। বেগের ক্ষেত্রে u বা v বাবহার করা হয়।

মনে কর, ABC একটি পথ (চিত্র 4.3)। ABC পথে একটি ট্যাক্ষি

যাচ্ছে যার জ্রুন্তি স্পিডোমিটারে ধরা পড়ে। AB পথ থেকে BC পথে বাঁক নেবার সময় গাড়িটি দিক পরিবর্তন করল, কিন্তু স্পিডোমিটারের রিভিং এক আছে। স্কুতরাং গাড়িটার



ক্রতির মান অপরিবর্তিত আছে। এক্ষেত্রে গাড়ির বেগ পরিবর্তিত হচ্ছে। যে কোন বস্তুর বেগের দিক পরিবর্তিত হলে বেগও পরিবর্তিত হবে। তিনটি কারণে বেগের পরিবর্তন আসতে পারে—(ক) দিক না পাল্টিয়ে কেবল মান পাল্টালে, (থ) মান না পাল্টিয়ে কেবল দিক পাল্টালে, এবং (গ) দিক ও মান ছইট পাল্টালে।

কোন বস্তু নির্দিষ্ট দিকে চলার সময়ে সমান অবকাশে সমান দূরত্ব অতিক্রম করলে তার বেগকে সমবেগ বলে। না করলে অসমবেগ বলে। আবার মান সমান থেকে দিক পান্টালেও সেই বেগকে অসমবেগ বলে।

অনমবেগ বিশিষ্ট কোন বস্তু কোন নির্দিষ্ট সময়ে কোন দ্রত্ব অতিক্রম করলে

একক সময়ে অতিক্রাস্ত গড়

A a b c d e f B দ্রত্কে গড় বেগ বলে।

মনে কর, কোন বস্তু

চিত্র 4.4 ৫ সেকেন্তে AB পথ যায়

(চিত্র 4·4)। মনে কর প্রথম সেকেণ্ডে Aa, দ্বিতীয় সেকেণ্ডে ab পথ অতিক্রম করে এবং এইভাবে t সেকেণ্ডের শেষে AB পথ অতিক্রম করে। তাহলে একক সময়ে বস্থটি গড় দূরত্ব অতিক্রম করে $\frac{AB}{t}$ এবং এটিই তার গড় বেগ।

(ঘ) ত্বরণ: একক সময়ে বেগ বৃদ্ধিকে ত্বরণ বলে।

ধর, কোন বস্তু ক্রমবর্ধমান বেগ নিয়ে এগিয়ে চলেছে। তার বেগেয় পরিবর্তন তিনটি কারণে হতে পারে যা তোমরা একটু আগেই পড়েছ। মনে কর, কোন বস্তুর বেগ নির্দিষ্ট দিকে প্রতি 2 সেকেণ্ডে 10 cm বাড়ছে। যদি তার আদি বেগ 30 cm/s হয় তবে ছিতীয় সেকেণ্ডের শেষে বেগ হবে 40 cm/s, চতুর্থ সেকেণ্ডের শেষে হবে 50 cm/s ইত্যাদি। সংজ্ঞা অনুয়ায়ী ত্রন ব্রগ বৃদ্ধি।

এক্ষেত্রে ত্বরণ= $\frac{1}{2}$ তথাৎ প্রতি সেকেণ্ডে 5 cm/s বা প্রতি বর্গদেকেণ্ডে 5 cm (5 cm/s/s বা 5 cm/s 2)।

দেখতে পাচ্ছ ত্বরণের একক হচ্ছে cm/s/s অর্থাৎ দেকেণ্ডের s ত্বার আদছে। বর্তমানে cm/s/s লেথার প্রচলন নেই। লেখা হয় cm/s^3 বা cms^{-2} ।

দৈর্ঘ্য, ভর ও সময়ের মত বেগ ও বরণও ভৌত রাশি। বরণের মান

থাকায় এবং ত্বরণ একটি বিশেষ দিকে নির্দিষ্ট বলে এটি ভেক্টর রাশি। প্রকাশ

করা হয় a অক্ষর দিয়ে। অনেক সময় ভেক্টর বোঝাতে a লেখা হয়।
আবার বেগ ও ত্বরণের একক প্রাথমিক নয়, লব।

এন আই পদ্ধতিতে ঘরণের একক m/s², নি জি এন পদ্ধতিতে cm/s² এবং এফ পি এন পদ্ধতিতে ft/s²।

ত্বণ ত্বকমের হতে পারে—সমত্বন ও অসমত্বন। সমান অবকাশে বেগবৃদ্ধি সমান হলে সমত্বণ, আর না হলে অসমত্বণ বলে।

(%) মন্দন: একক সময়ে বেগের হাসকে মন্দন বলে। মনে কর, কোন একটি বস্তব বেগ প্রতি সেকেণ্ডে 2 cm/s করে কমে। তাহলে বস্তব মন্দন হচ্ছে 2 cm/s^2 । স্থতবাং মন্দন = - ছবণ। মন্দন হল ঋণাত্মক ছবণ।

মন্দন ও ত্ববেরে প্রতীক ও একক এক।

জড়ভা বা জাড্য

একটি মার্বেলকে আঙ্বলের টোকা দিলে সেটি চনতে থাকে। কিন্তু একটা টেবিলকে নড়াতে হলে বেশ জারে ধাক। দেওয়া দরকার। আবার কোন বস্তুকে চালিয়ে দিলে কিছুক্ষণ পরেই থেমে যায়। তাকে সমবেগে চালাতে হলে বাইরে থেকে বল প্রয়োগের প্রয়োজন হয়। আড়াই হাজার বছর আগে গ্রীক দার্শনিক আরিস্তত্তল অভিজ্ঞতা থেকে এই কথাই বলেছিলেন।

পরের যুগে গ্যালিলিও কিন্তু ব্যাখ্যা করেছিলেন একটু অন্ত ভাবে। তিনি বলেছিলেন, কোন বস্তুকে সমবেগে চলার জন্ত বাইরের এই বলের প্রয়োজন কেবল ঘর্ষণের উপস্থিতির জন্ত। তিনি যুক্তি দিয়ে বললেন, ঘর্ষণ না থাকলে কোন চলমান বস্তু চিরদিন চলতেই থাকবে। তাঁর ব্যাখ্যা সাধারণ অভিজ্ঞতার বাইরে। তাই অনেকের মনে থটকা লাগল। কোন বস্তু স্থিতিতে থাকলে অবশ্য চিরদিনই স্থিতিতে থাকবে—এই ব্যাখ্যা কারও মনে সন্দেহ জাগায়নি, কারণ এটা সাধারণ অভিজ্ঞতা।

বস্তুর এই ধর্মকে জড়তা বা জান্ত্য বলে। চন্দমান বস্তুর জড়তাকে প্রতিজ্ঞান্ত্য ও স্থির বস্তুর জড়তাকে স্থিতিজান্ত্য বলে। জান্ত্য স্থত্তের আদি ভাশ্যকার স্বয়ং গ্যানিলিও হলেও পরবর্তী যুগে বস্তুর গতির উপর বলের প্রভাব নিয়ে শুর আইজাক নিউটন তিনটি স্ত্র দিয়েছিলেন। এই তিনটি স্ত্র নিউটনের গতিস্ক্র নামে বিখ্যাত।

নিউটনের গভিস্ত্র

প্রথম সূত্র: বাইরে থেকে বল প্রয়োগ না করলে অচল বস্তু চিরদিন অচল থাকবে এবং সচল বস্তু সমবেগে সরল রেখা পথে চিরদিন চলতে থাকবে।

ধিতীয় সূত্র: বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার প্রযুক্ত বলের সমান্ত্রপাতিক এবং বল যে দিকে ক্রিয়া করে ভরবেগের পরিবর্তন সেই দিকে ঘটে।

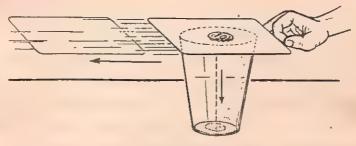
তৃতীয় সূত্র: প্রত্যেক ক্রিয়ার একটি সমান ও বিপরীত প্রতি-ক্রিয়া থাকে।

প্রথম সূত্রের ব্যাখ্যা—প্রথম স্ত্রের প্রথম অংশে দেখা যায়, কোন বস্তু স্থির থাকলে চিরদিন স্থির থাকবে এবং চলতে থাকলে চিরদিন চলবে। এই অবস্থার পরিবর্তন বস্তু নিজে থেকে করতে পারে না। বস্তুর এই ধর্মকে জড়তা বলে। জড়তা বেশি হলে বস্তুর অবস্থা পরিবর্তন করতে বেশি বলের প্রয়োজন হয়। যে কোন বস্তুর জড়তা একটি মৌলিক ধর্ম। কোন বস্তুর জড়তার পরিমাপকে তার ভার বলে। যে বস্তুর তব বেশি তার জড়তাও বেশি। কিছু

প্রথম স্ত্রের বিতীয় অংশ থেকে জানতে পার্বে, বল কাকে বলে। কোন বস্তুর অবস্থার পরিবর্তন করতে হলে বাইরে থেকে কিছু প্রয়োগ করতে হয়। স্থির বস্তুকে সচল করতে বা সচল বস্তুকে অচল করতে বা বস্তুর গতি বাড়াতে বা কমাতে বা দিক পরিবর্তন করতে বাইরে থেকে যা প্রয়োগ করা হয় তাকে বলা হয় বল। প্রতীক F।

জাভ্যের উদাহরণ

ক্যারাম থেলার সময় তোমরা দেখেছ যে একটা ঘূটি আর একটা ঘূটির উপর থাকার সময় ব্রাইকার দিয়ে নিচের ঘূটিতে আঘাত করলে অনেক সময় উপরের ঘূটি দরে যায় না। এটা স্থিতিজাজ্যের উদাহরণ। একটা গ্লাদের উপর এক টুকরো পিজবোর্ড রেথে তার উপর একটা দশ প্রদা রাথ (চিত্র 4.5)। এখন জোরে পিজবোর্ডটাকে আঘাত করলে দেখবে মুদ্রাটি পিজবোর্ডের সঙ্গে ছুটে



চিত্ৰ 4.5

না গিয়ে গ্লাদের ভিতরে পড়বে। ইনমে বাদে চলার সময়ও তোমাদের জাভোর অভিজ্ঞতা হয়। যথন বাদ হঠাৎ চলতে শুকু করে, তথন যাত্রীরা পিছন দিকে হেলে পড়ে, আবার চলস্ত বাদ থামলে দামনের দিকে রুঁকে পড়ে। প্রথমটি স্থিতি ও বিতীয়টি গতিজ্ঞাভোর উদাহরণ। লং জাম্পের আগে থেলোয়াড় প্রথমে কিছু দূর দোড়ে এসে তবে লাফ দেয়। তার গতিজ্ঞাভা তাকে বেশি লাফাতে সাহায্য করে।

দ্বিতীয় প্লুজের ব্যাখ্যা—দ্বিতীয় স্ত্র থেকে আমরা বলের পরিমাপ এবং বল ও ত্বরণের সম্পর্ক জানতে পারি। দ্বিতীয় স্ত্রের আলোচনার আগে ভর-বেগের সংজ্ঞা জানতে হবে।

ভরবেগ: কোন গতিশীল বস্তুতে ভর ও বেগের সমগ্রেরে যে ধর্মের স্থাষ্টি হয় তাকে ভরবেগ বা মোমেন্টাম বলে। ভরবেগের মান বস্তুর ভর ও বেগের গুণফলের সমান। ভরবেগ একটি ভেক্টর রাশি। বেগের দিক অফুষায়ী ভরবেগের দিক স্থিব করা হয়। ভরবেগের একক দি জি এদ পদ্ধতিতে g.cm/s, এস আই পদ্ধতিতে kg. m/s এবং এফ পি এদ পদ্ধতিতে lb. ft/s। প্রতীক p!

মনে কর, সরলরেথার চলমান কোন বস্তব ভব m, প্রাথমিক বেগ u এবং একটি বল F বস্তুটির উপর কাজ করছে। t সেকেণ্ড পরে প্রযুক্ত বলের প্রভাবে বস্তুটির বেগ হল v।

ব্দত এব ভরবেগের পরিবর্তন হবে $\dfrac{m(v-u)}{t}=ma$ অর্থাৎ প্রযুক্ত বলের প্রয়োগে বস্তুটিতে a স্বরণের স্বৃষ্টি হয়েছে। স্ত্র অঞ্চায়ী

 $F \propto ma$

=k ma

k একটি সমান্থণাতিক গ্রুবক। যে বল একক ভরের একটি বস্তুর উপর প্রযুক্ত হয়ে একক স্বরণের হৃষ্টি করে সেই বলকে একক বল বলা হয়। স্বর্থাৎ m=1, a=1 এবং F=1 হলে k=1 হবে। স্বত্যব F=ma।

বল একটি ভেক্টর রাশি, লেখা হয় F অক্ষর দিয়ে। উপরের সমীকরণ থেকে ভোমরা বলের একক বার করতে পারবে। নিশ্চয়ই লক্ষ্য করেছ বলের একটি নিদিষ্ট দিক ও একটি প্রয়োগ বিন্দু আছে।

দি জি এদ পদ্ধতিতে বলের একক ডাইন, এদ আই পদ্ধতিতে নিউটন এবং এফ পি এদ পদ্ধতিতে পাউগুল।

ভাইন—যে বল 1 g ভবের উপর প্রযুক্ত হয়ে 1 cm/s 2 ত্বন স্প্টি করে তাকে এক ভাইন বলে। ভাইন প্রকাশ করা হয় dyn লিখে। স্তরাং 1 dyn=1g. cm/s 2 ।

নিউটন—যে বল 1 kg ভবের উপর প্রযুক্ত হয়ে 1 m/s² ত্বরণ স্বাষ্টি করে তাকে এক নিউটন বলে। নিউটনের প্রতীক চিহ্ন N। অতএব

 $1 N = 1 kg.m/s^2$

পাউণ্ডাল—যে বল l fb ভরের উপর প্রযুক্ত হয়ে l ft/s² ত্বনের সৃষ্টি করে তাকে এক পাউণ্ডাল বলে। l পাউণ্ডাল=1 fb ft/s²।

নিউটন ও ডাইনের সম্পর্ক : $1 N = 10^8 \text{ g} \times 10^2 \text{ cm/s}^2 = 10^5 \text{ dyn}$

তৃতীয় স্থাৰের ব্যাখ্যা—যদি কোন বস্ত অন্ত একটি বস্তর উপর বল প্রয়োগ করে তবে দিতীয় বস্তুটিও প্রথম বস্তুর উপর একটি সমান ও বিপরীত বল প্রয়োগ করবে। প্রথম বলটিকে ক্রিয়া বলা হলে, দিতীয়টিকে বলা হবে প্রতিক্রিয়া। এইটিই নিউটনের তৃতীয় স্তুত্র।

(ক) টেবিলের উপর একটা বই রেখেছ। বইটা ওজনের জন্ম সোজা পৃথিবীর কেন্দ্রে যাওয়ার কথা। কিন্তু টেবিলের উপর স্থির ভাবে পড়ে থাকার একমাত্র কারণ হতে পারে টেবিল নিশ্চয়ইউপর দিকেসমান বল প্রয়োগ করছে। টেবিলের প্রযুক্ত বল বেশি হলে বইটা আপনা আপনি উপর দিকে উঠত আর কম হলে টেবিল ভেদ করে নিচের দিকে নামত। টেবিলে না থেখে হাতে রাখলে অহুভব করতে পারবে মাংসপেশীর সাহায্যে তোমরা উপর দিকে বল প্রয়োগ করছ।

- (থ) যথন তোমবা হাঁট তথন পা দিয়ে মাটিতে বল প্রয়োগ কর। মাটিও তোমার উপর বল প্রয়োগ করে। এই বলের সামনের অংশ তোমাকে হাঁটতে সাহায্য করে।
- (গ) নৌকো থেকে লাক দিয়ে যদি তীরে নেমে পড় দেখবে নৌকোটা পিছনে দরে যাচ্ছে। তুমি যেই নৌকোতে বল প্রয়োগ করলে, নৌকোর প্রতিক্রিয়া তোমাকে শামনের দিকে ঠেলে তীরে নামতে শাহায্য করল।
- (ঘ) একটি বেল্নকে ফুলিয়ে যদি ছেড়ে দাও, দেখবে, বেল্নের ম্থ দিয়ে যে দিকে হাওয়া বেরুচ্ছে, বেল্নটা তার উলটো দিকে দরে যাচ্ছে। বেল্নের ম্থ দিয়ে বাতাদ যথন বেরিয়ে যাচ্ছিল তথন তার প্রতিক্রিয়া বেল্নকে পিছন দিকে ঠেলে দিচ্ছিল।
- (৬) তোমরা রকেটের কথা নিশ্চয় শুনেছ। হাউই বাজী আকাশে উঠতে নিশ্চয় দেখেছ। হাউই-এর এক প্রান্ত মোটা। তার ভিতর বিস্ফোরক পদার্থ থাকে। হাউইকে মাটির উপর বদিয়ে মাটির দিকে মৃথ করে যে পলতে থাকে তাতে আগুন লাগিয়ে দিতে হয়। পলতেটা ধরলে ভিতরের বিস্ফোরক পদার্থে আগুন লাগে ও ভিতরে প্রচুর গ্যাস স্পষ্ট হয়। এই গ্যাস নিচের দিকের মৃথ দিয়ে বেরিয়ে এলে গ্যাদের প্রতিক্রিয়া হাউইকে উপর দিকে ঠেলে দেয়।

রকেটও একই ভাবে আকাশে ওঠে। রকেটে পর্যাথ্য বল স্থাষ্ট হলে সেটি হাউই-এর মন্ত পৃথিবীতে ফিরে না এসে পৃথিবীর অভিকর্ম বল এড়িয়ে মহাশৃত্তে চলে যায়। রকেটের মধ্যে কঠিন বা তরল জালানি থাকে। এই জালানি যথন অফিজনের সংস্পর্শে এসে পুড়তে থাকে তথন প্রচণ্ড গ্যাস নিচের দিকে নামতে থাকলে রকেটি প্রতিক্রিয়ার জন্ম জােরে উপর দিকে উঠতে থাকে। অনেক রকেটে পার্মাণবিক জালানি ব্যবহার করা হয়। অভিকর্ম বলের প্রভাব মৃক্ত হওয়ার জন্ম প্রচণ্ড বল প্রয়োজন হওয়ায় রকেট সাধারণত অনেকগুলি থাক বা স্তবে বিভক্ত। একটি স্তব্র পুড়ে উপরে উঠে যাওয়ার পর অন্যটিতে আগুন লাগে এবং সেটি কাজ করতে থাকে।

জাড্য ভর

তোমবা পড়েছ জাড্য পদার্থের একটি ধর্ম। ধর, তুটো মাথেল নিয়েছ, একটি অন্যটির চেয়ে ভারী। তুটো বস্তুতে যদি একই টোকা দাও অর্থাৎ একই বল প্রয়োগ কর তবে হালকা মার্থেলটি বেশি দুর যায় এবং ভারীটি কম দূর যায়। একই বল প্রয়োগে হালকাটিতে বেশি ত্বরণ ও ভারীটিতে কম ত্বরণ স্বায়।

কোন বস্তুতে F বল প্রয়োগ করলে যদি a স্বরণের স্থাষ্ট হয়, তবে F বল a স্বরণের সমামুণাতিক। F ও a র অমুণাতকে বস্তুর ভর বলে। বস্তুর এই ভরকে জাভ্য ভর বলা হয়। তুইটি বস্তুর ভর যদি m_1 ও m_2 হয় এবং একই বলের প্রয়োগে তাদের মধ্যে a_1 ও a_2 স্বরণের স্থাষ্ট হয় তবে তাদের মধ্যের সম্পর্ক হবে

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{a_2}{a_1}$$

স্বতরাং দেখতে পাচ্ছ, একই নির্দিষ্ট বল প্রয়োগ করলে যে বস্তুতে বেশি ত্বনের সৃষ্টি হয়, তার জড়তা কম ও যে বস্তুতে কম ত্বনের সৃষ্টি হয় তার জড়তা বেশি।

🧪 কাজ, শক্তি ও ক্ষমতা

কাজ

কাজ বা কার্য বা ইংরেজীতে ওয়ার্ক কথাটি তোমাদের অজানা নয়। নিজেরাও যে প্রতিদিন কত কাজ কর তার ঠিক নেই। থেলাগুলা, দৌড়ান, হাঁটা, মোট বওয়া, বাদন মাজা, দবই কাজ। এমন কি বই পড়াকেও তোমরা কাজ করা বল। বই পড়া কিন্তু কাজ নয়। বিজ্ঞানের ভাষায় কাজ কাকে বলে জান?

বল কাকে বলে পড়েছ। কোন বস্তুর উপর বল প্রয়োগ করলে বস্তুটি স্থানাস্তরিত হয়। বস্তুটির উপর বলের প্রয়োগবিন্দু যে দ্রত্বে স্থানাস্তরিত হয় সেই সরণ ও বলের গুণফলকে বিজ্ঞানের ভাষায় কাজ বলে। বই পড়তে কোন বলের প্রয়োজন হয় না। স্থতরাং এটা কাজ নয়। আবার কোন বস্তুর উপর বল প্রয়োগ করলে বস্তুটি যদি কোন দ্রত্বে সরে না যায় তবে সেটাকেও কাজ বলা হবে না। যেমন ধর ঘরের দেওয়ালকে যত জোরেই ঠেল না কেন, নড়াতে পারবে না, স্থতরাং এটাও কাজ করা হবে না।

ধর কোন বস্তর উপর বল

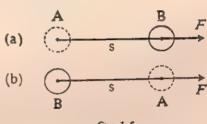
F প্রয়োগ করে বস্তটিকে

দূরত্বে সরিয়েছ (চিত্র 5:1a)।

এক্ষেত্রে বলের অভিমূথ ও

বস্তুটির স্থানচ্যুতি একই দিকে।

দংজ্ঞা অনুযায়ী কাজ W = F.s।



চিত্ৰ 1.5

F=0 অর্থাৎ কোন স্থির বস্তুকে চূপচাপ ধরে বসে থাকলে কাজের পরিমাণ হবে শৃষ্ঠ। আবার s=0 হলে অর্থাৎ যত জোরেই ঠেলা দাও না কেন, বস্তুটিকে না সরাতে পারলে, কাজের পরিমাণ হবে শৃষ্ঠ।

বস্তুর স্থানচ্যুতি যে সব সময় বলের দিকে হবে তার কোন অর্থ নেই। চিত্র 5.1b দেখলে বৃষতে পারবে। মনে কর, একটি চলমান বস্তুকে থামাবার জন্ম F বল তীর চিহ্নিত দিকে বস্তুটির চলার বিপরীত দিকে প্রয়োগ করা হল। বস্তুটির প্রাথমিক অবস্থান A এবং শেষ অবস্থান B হলে বলের প্রয়োগবিন্দু AB দ্রত্বে স্থানান্তবিত হয়েছে বলের উলটো দিকে। স্থতরাং কাজের মান হচ্ছে $F \times AB$ । এক্ষেত্রে বলের বিক্ষে কাজ হয়েছে।

কাজের মান বুঝতে কোন দিকের প্রয়োজন হয় না। বল যে দিকেই হোক না কেন বস্তু যে দ্রত্বে স্থানাস্তরিত হয় সেই দূরত্ব ও বল এই তুইয়ের গুণফলকে কাজ বলে। স্থতরাং কাজ একটি স্কেলার রাশি। প্রতীক চিহ্ন W।

একক বল এবং বলের প্রয়োগবিন্দুর একক দ্রত্বে স্থানচ্যুতির গুণফলকে বলে একক কাজ। সি জি এস পদ্ধতিতে কাজের একক হচ্ছে আর্স। কোন বস্তব উপর এক ভাইন বলপ্রয়োগ করলে যদি বস্তুটি এক সেন্টিমিটার দ্রত্ব সরে যায়, তবে মোট কাজের পরিমাণ হবে এক আর্গ। আর্গ এককটি erg অক্ষর দিয়ে প্রকাশ করা হয়। স্বতরাং 1 erg=1 g. cm²/s²।

এন আই পদ্ধতিতে কাজের একক জুল। যদি এক নিউটন বল কোন বস্তুকে প্রয়োগ করলে বস্তুটি এক মিটার দরে যায় তবে দেই কাজকে এক জুল বলা হয়। জুল এককটিকে J অক্ষব দিয়ে লেখা হয়। স্থতরাং 1 J = 1 kg. m²/s²।

এফ পি এদ পদ্ধতিতে কাজের একককে বলে ফুট পাউণ্ডাল। এক পাউণ্ডাল বল কোন বস্তুর উপর কাজ করে যদি বস্তুটিকে এক ফুট দূরত্ব সরায় ভবে কাজের পরিমাণ হবে এক ফুট-পাউণ্ডাল। এককটিকে ft-poundal লেখা হয়।

শক্তি

কাজ যে সব সময় মামুষ করে তাই নয়। জড় বস্তুতেও কাজ করতে পারে। যেমন মালগাড়ি মাল বয়, পাথা ঘোরে, স্প্রিং দম দেওয়া অবস্থায় ঘড়ির কাঁটা ঘোরায়, জল টারবাইনের চাকা ঘ্রিয়ে বিত্যুৎ উৎপাদন করে ইত্যাদি। যে কোন বস্তুর কাজ করার সামর্থাকে বলে শক্তি বা ইংরেজীতে এনার্জি।

কোন বস্তুর উপর কাজ করলে বস্তুটির শক্তি বৃদ্ধি পায়। যেমন কোন বস্তুকে মাটি থেকে তুললে তার শক্তি বৃদ্ধি পায়, ঘড়ির স্প্রিংকে দম দিলে স্প্রিংটির শক্তি বৃদ্ধি পায়। আবার বস্তুটি যথন কাজ করে তথন তার শক্তি হ্রাদ পায়। উপর থেকে মাটিতে পড়লে বস্তুর শক্তি হ্রাদ পায়।

কাজের মত শক্তিও একটি রাশি। শক্তির একক ও কাজের একক ছবহু এক। E অথবা W অক্ষর হুটি হচ্ছে শক্তির প্রতীক চিহ্ন। দি জি এন পদ্ধতিতে শক্তির একক আর্গ, এন আই পদ্ধতিতে জুল ও এফ দি এন পদ্ধতিতে ফুট-পাউগুল।

ক্ষমতা

এতক্ষণ কাজ করার কথা বলা হয়েছে। কিন্তু সময়ের কথা বলা হয়নি। কোন কাজ এক সেকেণ্ডে করা যায়, আবার এক বছরেও করা যায়। কিন্তু কাজ করার হার ছটি ক্ষেত্রে এক নয়। মনে কর কোন কাজ W, t সময়ে করা হল। তাহলে প্রতি একক সময়ে কাজ করার হার W/t! কাজ করার হারকে ক্ষমতা বা পাওয়ার বলে। ক্ষমতা একটি স্থেলার রাশি। প্রকাশ করা হয় P অক্ষর দিয়ে।

এদ আই পদ্ধতিতে কাজ করার একককে বলে ওয়াট। এক দেকেওে এক জুল কাজ করার ক্ষমতাকে বলে এক ওয়াট। এই একক W অক্ষর দিয়ে প্রকাশ করা হয়। পরে জানতে পারবে যে বিত্যুতের ক্ষেত্রে ওয়াট এককটি ব্যবহার হয়। এক ভৌণ্ট বিভব প্রভেদের মধ্যে দিয়ে এক আমিপিয়র বিত্যুৎ-প্রবাহ চলাচল করলে তার ক্ষমতা হয় এক ওয়াট। এক ওয়াট বাবহারিক একক হিদেবে ছোট হওয়ায় কিলোওয়াটের সংজ্ঞা থেকে আর একটি একক বর্তমানে খ্ব বেশি ব্যবহার করা হয়। একে বলে কিলোওয়াট-ঘণ্টা। এককটি লেখা হয় kWh অক্ষর দিয়ে। আমরা বাড়িতে যে বিত্যুৎশক্তি ব্যবহার করি ভার দাম দেওয়া হয় কিলোওয়াট-ঘণ্টা এককে।

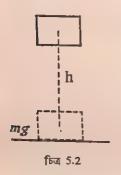
এফ পি এস পদ্ধতিতে ক্ষমতার একককে বলে হর্স-পাওয়ার। প্রতি সেকেণ্ডে 550 ফুট পাউণ্ড কাঞ্চ করার ক্ষমতাকেবলে এক হর্স-পাওয়ার। লেথা হয় hp অক্ষর দিয়ে। 1 hp=745°7 W।

স্থিতিশক্তি

স্থিতিশক্তি বা পোটেনশিয়াল এনার্জি হচ্ছে যান্ত্রিক শক্তির একটি বিশেষ রূপ। অবস্থা বা অবস্থানের জন্ম কোন বস্তুর শক্তিকে বলে স্থিতিশক্তি।

মনে কর, একটি বস্তর ওজন হচ্ছে mg। তুমি বস্তকে h উক্তায় উঠিয়ে রাখলে। ওজন পৃথিবীর কেন্দ্রের অভিম্থী বল। ভূপৃষ্ঠ থেকে h উক্তায় বস্তুকে তুলে ধরতে তুমি এই বলের বিরুদ্ধে কাজ করেছ। সংজ্ঞা অন্থায়ী এই

কাজের পরিমাণ, বল ও যে উচ্চতায় বস্তুটিকে সরিয়ে রাখলে তাদের গুণফল।
এক্ষেত্রে এই কাজের পরিমাণ mgh (চিত্র 5.2)। তুমি যে কাজ করলে
সেই কাজ বস্তুতে শক্তি হয়ে জমা থাকল। শুধু যে উচুতে কোন বস্তুকে রাখলে
স্থিতিশক্তি হয় তা নয়। বস্তুর অবস্থার জন্মও হতে পারে। কোন প্রিংকে
দম দিলে প্রিংএ স্থিতিশক্তির সঞ্চার হয়। এই স্থিতিশক্তি ধীরে ধীরে ঘড়ির
কাঁটা ঘোরায় অর্থাৎ কাজ করে। তীর ছোড়ার সময় ধছকের স্থিতিশক্তি
তীর ছোড়ার কাজ করে। সংকৃচিত গ্যাদ স্থীম এঞ্জিনে যথন পিন্টনকে



সামনের দিকে ছুড়ে দেয় সেটাও স্থিতিশক্তির উদাহরণ। স্থিতিশক্তির আর একটা স্থানর উদাহরণ দেখ। মনে কর বেশ বড় ভারী একটা পাথর মাটির উপর পড়ে আছে। ভোমরা নির্ভয়ে তার পাশে দাঁড়াতে বা তার উপর উঠে বসতে পার। কিন্তু সেই পাথরটি যদি একটা দড়ি দিয়ে বেঁধে ভোমার মাথার একটু উপরে ঝুলিয়ে রাখা হয়, তুমি ভয়ে কাঁপবে। একটু ভাবলেই বুঝাভে

পারবে ভয় ভোমার পাধরটিকে নয়, অবস্থানের জন্ম পাধরের স্থিতিশক্তিকে।

দৈনন্দিন জীবনে স্থিতিশক্তির অনেক উদাহরণ তোমরা পাবে।

গতিশক্তি

গতিশক্তি বা কাইনেটিক এনার্জি যান্ত্রিক শক্তির আর একটি বিশেষ রূপ। গতির জন্ম কোন গতিশীল বন্ধর যে শক্তি ভাকে বলৈ গতিশক্তি।

মনে কর, কেউ হাতৃড়ি দিয়ে দেয়ালে একটা পেরেক ঠুকছে, হাতৃড়িটাকে জ্বতগতিতে টেনে এনে পেরেকের গায়ে মারছে, অর্থাৎ হাতৃড়ির গতিশক্তি এথানে কাজ করছে।

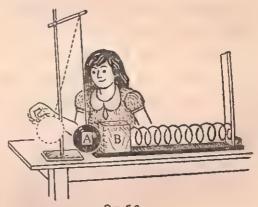
বস্তুর ভর m এবং বেগ u হলে গতিশক্তি $=\frac{1}{2}m\ v^2$ । এর প্রমাণ তোমরা পরে পড়বে।

গতিশক্তির অনেক উদাহরণ লক্ষ্য করলেই দেখতে পাবে। এই শক্তিকে কাজে লাগিয়ে অন্ত শক্তি উৎপাদন করা যায়। জলপ্রাপাতের পড়স্ত জলের স্রোতে যথন কোন টারবাইন ঘোরান হয়, তথন তার গতিশক্তিকে কাজে লাগিয়ে বিহাৎশক্তি উৎপাদন করা হয়। বহু প্রাচীন কাল থেকে বায়শক্তিকে কাজে লাগান হয়ে থাকে। এই যন্ত্রকে উইওমিল বা বাডচক্র বলে। হল্যাও দেশে পব সময় প্রচণ্ড হাওয়া বয়, দেখানে উইওমিলের খুব চলন আছে। যাদবপুর বিশ্ববিচ্চালয়ে একটি উইওমিল আছে। জোয়ার-ভাটার জন্ত জলে যে স্রোত হয়, তাও কাজে লাগিয়ে কোন কোন দেশে বিহাৎশক্তি উৎপাদন করা হয়ে থাকে।

গতিশক্তি ও স্থিতিশক্তির রূপান্তর

তোমবা পড়েছ, গভিশক্তিকে স্থিতিশক্তিতে এবং স্থিতিশক্তিকে গভিশক্তিতে ক্রপান্তরিত করা যায়। সরল দোলক একটি উদাহরণ। দোলকটি যথন তার পথের স্বচেয়ে নিচে আদে তথন তার বেগ স্বচেয়ে বেশি হওয়ায় গভিশক্তিও

দবচেয়ে বেশি। আবার
দোলকটি যথন তার
পথের শেষ প্রান্ত হটির
যে কোন একটিতে আসে,
তথন তার বেগ শৃগ্
কিন্ত অবস্থানের উচ্চতা
দবচেয়ে বেশি। তথন
তার স্থিতিশক্তিও দবচেয়ে
বেশি। দোলনের সময়
দোলকটির স্থিতিশক্তি



চিত্ৰ 5.3

গতিশক্তিতে এবং গতিশক্তি স্থিতিশক্তিতে রূপান্তরিত হয়ে থাকে। পথের অন্য যে কোন স্থানে দোলকটির স্থিতিশক্তি ও গতিশক্তি ছই থাকে এবং এই ছই শক্তির মোট পরিমাণ দর্বত্র সমান।

পরীক্ষা করে দেখ। একটা ছোট দোলক A নাও (চিত্র 5.3)। দোলকটির দোলন পথের একপাশে একটি স্রোং রাথা আছে। এর একটি মাথায় একটি ছোট প্লেট আটকান আছে এবং অক্য প্রান্তটি একটা বড় প্লেটে শক্ত ভাবে আটকান। A দোলকটি যথন B প্লেটে এদে সজোরে আঘাত দেয়, তথন স্রোংটি সংকৃচিত হয়। দোলকটির গতিশক্তি স্প্লিংএর স্থিতিশক্তিতে রূপান্তরিত

হয়। এখন দোলকটি স্থির অবস্থায় এলে সংকৃচিত স্রিংটি দোলকটিকে সজোরে ঠেলে দেয়। ফলে স্রিং-এর স্থিতিশক্তি আবার দোলকের গতিশক্তিতে রূপান্তরিত হয়। এই অবস্থায় গতিশক্তি ও স্থিতিশক্তি একে অন্ততে রূপান্তরিত হতে পারে।

সাধারণ যন্ত

যুগ যুগান্তর ধরে মাত্রৰ তার পরিশ্রম কমাবার জন্ম বিভিন্ন যন্ত্রের উদ্ভাবন করেছে। আজকের দিনে কত বড় কলকারথানা তোমরা দেখতে পাবে চার পাশে। কিন্তু দে যুগে যথন মাত্রবের জ্ঞান ছিল দীমাবদ্ধ, তথনও বিভিন্ন ছোটখাট যন্ত্রের সাহায্যে দে তার পরিশ্রমের লাঘ্ব করত। লিভার এবং চাকা ও অকদণ্ড বছদিনকার ব্যবহৃত দৃটি যন্ত্র।

(ক) লিভার—ধর, একটা বড় পাথরকে তুমি সরাবে। কাজটা বেশ শক্ত । কিন্তু একটা শক্ত বাঁশ বা লোহার রডও হোট পাথরের সাহায্যে এটাকে নড়াতে পারবে। চিত্র 5.4-এ যেমনটি আছে, দেভাবে ছোট পাথর ও লোহার রডটিকে বসাও। বড় পাথরটিকে রডের এক প্রাস্তে রেখে ছোট পাথরটিকে মারে রেখে তার গায়ে রডটি রাখ। রডের অক্ত প্রাস্তে তোমাকে চাপ দিতে



চিত্ৰ 5.4

হবে। লক্ষ্য কর ছোট
পাধর ও বড় পাধরের
মাঝের রডের অংশ,
ছোট পাধর ও ভোমার
হাতের মাঝের রডের
অংশের চেয়ে অনেক
ছোট। এইবার চাপ
দিলেই দেখবে বড়
পাধরটি নড়ে উঠবে।
ভোমার দিকের রডের

খংশের চেয়ে অন্য প্রান্তকে যতই ছোট করবে কান্ধ কথার স্থবিধা ততই বেশি হবে।

বড় বোঝা সরাবার জন্ম এই ধরনের যন্ত্রকে বলা হয় **লিভার।** যে বিন্দুর

উপর লিভার রাখা হয়, তাকে বলা হয় আলম্ব বা ফালক্রাম। বোঝা ও আলম্বের মধ্যের লিভার অংশকে বলে ভার বাছ এবং প্রয়াস ও আলম্বের মধ্যের লিভারের অংশকে বলে প্রয়াস বাছ।

লিভারের কাজ ব্ঝবার আগে বলের আমক কাকে বলে দেখ। দরজা লাগাবার সময় দরজার এক প্রান্ত হাত দিয়ে ঠেল। দরজাটা কজাকে কেন্দ্র ঘোরে। কিন্তু কজার বেশ কাছে হাত এনে যদি দরজাটাকে ঠেল, দেখবে একই দরজাকে ঠেলতে বেশি জোর লাগছে। শুধু দরজা কেন, যে কোন জিনিসের বেলায় তোমাদের একই অভিজ্ঞতা হবে। কজাকে আমরা যদি অক্ষ বলি তবে বলের প্রয়োগবিন্দু যতই অক্ষের কাছে আসবে বলের পরিমাণ ততই বেশি হবে এবং প্রয়োগবিন্দু যতই অক্ষ থেকে দূরে হবে বলের পরিমাণ ততই কম হবে। চিত্র 5.5 এর ছবিটি লক্ষ্য কর। A বিন্দুটি অক্ষ

এবং B বিন্দুতে F বল প্রয়োগ করা
হয়েছে। বল এবং বলের প্রয়োগবিন্দু
ও অক্ষের মধ্যবর্তী দ্রত্বের গুণফলকে
বলের জ্ঞামক বলে। এক্ষেত্রে F×AB
হচ্ছে বলের জ্ঞামক। যদি AB দ্রত্



চিত্ৰ 5.5

ছোট হয় তবে বলের পরিমাণ বেশি হবে। একই ভাবে AB বেশি হলে প্রয়োজনীয় বল F কম লাগবে।

এইবার লিভারের কথায় ফিরে আসা যাক। চিত্র 5.6 দেখ। AB একটি লিভার এবং C বিন্দৃটি AB লিভারের আলম্ব। A বিন্তুতে ভার W এবং B বিন্তুতে প্রয়াস P প্রয়োগ করা হয়েছে। AB অহভূমিক থাকলে বলের

A C B আমক অহ্যায়ী
$$W \times AC = P \times BC$$

ভিত্ত 5.6
$$W = \frac{W}{P} = \frac{BC}{AC}$$

উপরের সমীকরণে দেখছ BC/ACর অন্থপাত বল ছটির অন্থপাতের সমান। বল ছটির এই অন্থপাতকে যন্ত্রের যাক্সিক স্থবিধা বলে। অন্থপাতটি যত বড় হবে যান্ত্রিক স্থবিধা তত্তই বেশি হবে।

গল্প আছে, আর্কিমিডিস একবার বলেছিলেন, যদি বিরাট লম্বা একটি বড আমাকে দেওয়া হয়, আর দেওয়া হয় পৃথিবীর বাইরে দাঁড়াবার মত বিজ্ঞান পরিচয়: পদার্থবিদ্যা ও রদায়ন ৩

একটু জান্নগা, তবে আমি একাই সমস্ত পৃথিবীটাকে নড়াতে পারব। কথাটি কি ঠিক ?

লিভার তিন শ্রেণীর। উপরে বর্ণিত লিভারকে প্রথম শ্রেণীর লিভার বলে। এই লিভারে আলম্ব বিন্দুটি ভার এবং প্রয়াদের মধ্যে অবস্থিত।

তোমরা স্থপারি কাট। জাঁতি দেখেছ। লক্ষ্য করলে দেখবে এখানে আলম্ব বিন্দুটি এক প্রান্তে অবস্থিত এবং ভার (এক্ষেত্রে স্থপারি) আলম্ব ও প্রয়াদের মাঝখানে। এই শ্রেণীর লিভারকে দ্বিতীয় শ্রেণীর লিভার বলে। আগের মত যান্ত্রিক স্থবিধা অঙ্ক করে বার করলে দেখবে যান্ত্রিক স্থবিধা একের বেশি এবং প্রযুক্ত বলের মান ভারের চেয়ে কম।

চিমটেও এক শ্রেণীর লিভার। একে মাঝথানটা টিপে ধরে খোলা প্রাস্থে কয়লার বা অন্য কোন জিনিসের টুকরো চেপে তুলতে হয়। এথানেও আলম্ব বিন্দুটি এক প্রাস্তে অবস্থিত এবং প্রয়াদ, আলম্ব ও ভারের মধ্যে অবস্থিত। এই শ্রেণীর লিভারকে তৃতীয় শ্রেণীর লিভার বলে। এথানে যান্ত্রিক স্থবিধা একের কম এবং প্রযুক্ত বলের মান ভারের চেয়ে বেশি।

তিন শ্রেণীর লিভারের আরও কয়েকটি উদাহরণ 5.7 চিত্রে দেখান হল।

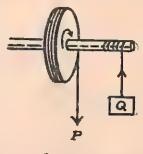


চিত্ৰ 5,7

(থ) চাকা ও অক্ষদণ্ড—চাকার দাহায্যে কুয়ো থেকে জল তুলতে তোমরা দেখেছ। গ্রাম অঞ্চলে বিশেষ করে বিহার, উত্তর প্রদেশের গ্রামাঞ্চলে এর প্রচলন খুব বেশি। এই ধরনের একটি যন্ত্র (চিত্র 5.8) পরের পৃষ্ঠায় দেখান হল। বড় চাকার দড়িটি ধরে যথন টানা হয় তথন চোঙের গায়ে জড়ান দড়িটি জড়িয়ে ছোট হতে থাকে এবং বালভিটা কুয়ো থেকে উঠতে থাকে।

একটা বড় চাকা, একটি সমাক্ষ চোঙে লাগান থাকে। সমাক্ষ চোঙটির ছই প্রান্ত ভূটি খুঁটির উপর রাথা আছে। চোঙের গায়ে আটকান দড়িটার এক প্রাস্ত সমাক্ষ দণ্ডে লাগান থাকে, অন্ত প্রাস্তে বালতিটা ঝোলান থাকে। বড় চাকার গায়ের দড়ির এক প্রাস্ত চাকার গায়ে লাগান থাকে, অন্ত প্রাস্তে

বল প্রয়োগ করতে হয়। যথন দড়িটা ধরে টানা হয়, তথন বড় চাকা ঘূরতে থাকে এবং দেই দঙ্গে ছোট চাকাও ঘোরে। এবার দেখা যাক এই যন্তের যান্ত্রিক স্থবিধা কত। মনে কর, বড় চাকার ব্যাসার্ধ এবং চোভের ব্যাসার্ধ b। বড় চাকার দড়িতে টান P এবং বালতির ওজন ধর Q। বলের ভামক অনুযায়ী যান্ত্রিক স্থবিধা

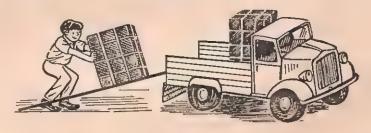


চিত্ৰ 5.8

 $\frac{Q}{P} = \frac{a}{b}$ । a এবং bর অমূপাত যতই বাড়ান যাবে, যান্ত্রিক স্থবিধাও তত বাড়বে। বড় চাকার বদলে অনেক সময় চোঙের গায়ে একটা হাতল লাগান থাকে। এক্লেত্রে চোঙের অক্ষ থেকে হাতলের দূরত্ব চোঙের ব্যাসার্ধের চেয়ে বড় হওয়া দরকার।

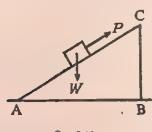
নত তল

তোমরা হয়ত দেখে থাকবে ঢালু কাঠের তক্তা পেতে তার উপর ভারী বোঝা গড়িয়ে উপরে তোলা হয়ে থাকে। বিশেষ করে ট্রাকে ভারী বোঝা বা তেলের পিপে তোলার সময় কাঠের পাটাতনের সাহায্য নেওয়া হয়। এ ভাবে বোঝা



চিত্ৰ 5.9

তুলতে বোঝার ওজনের তুলনায় কম বল প্রয়োগ করতে হয়। কোন সমতল অমূভূমিক ভাবে না থেকে তলটি যদি ভূমিতলের দঙ্গে একটি কোণ করে থাকে তাকে বলে মত তল বা আমত তল এবং ইংরেজীতে ইন্ফাইনত প্লেন। মনে কর AB ভূমিতলের দক্ষে কোণ করে একটি পাটাতন AC রাথা আছে (চিত্র 5.10)। স্থতরাং AC একটি নত তল, বোঝাটি নত তলের



চিত্ৰ 5.10

নিচ A থেকে উপরে C পর্যন্ত নেওয়া হল এবং তার জন্ম P বল প্রয়োগ করতে হল। এর জন্ম কাজ হল P×AC। নত তল দিয়ে তোলা হলেও জাদলে বোঝাটি তোলা হয়েছে ভূমিতল B থেকে C পর্যন্ত। বোঝার ওজন যদি W হয় তবে

সোজাস্থলি BC পথে তুললে কাজের পরিমাণ হয় $W \times BC$ । ভিন্ন পথে তোলা হলেও কাজের পরিমাণ দুক্ষেত্রেই সমান।

অৰ্থাৎ W×BC=P×AC

ে যাত্রিক স্থবিধা
$$\frac{W}{P} = \frac{AC}{BC}$$

কোণটি যত ছোট হবে তত BC অপেক্ষা AC বড় হবে এবং যান্ত্ৰিক স্থবিধা বাডবে।

ও তাপ

ভাগ কী

কোন্ বস্ত গরম বা কোন্ বস্ত ঠাণ্ডা তা তোমরা সহজেই বৃঝতে পার।
ধুমায়িত এক কাপ চা যে গরম সেটা কাউকে বলে দিতে হয় না। সেই গরম
চা-ই আবার থানিকক্ষণ রেথে দিলে ঠাণ্ডা হয়ে যায়। তাপে বস্ত গরম হয়,
স্বাই জানে। কিন্তু তাপ কী এবং তা কি ভাবে পাওয়া যায়?

প্রায় ঘ্রান্ধার বছর আগে গ্রীক দার্শনিক প্রেটো বলেছিলেন, 'তাপ পাওয়া যায় থাকা, ঘর্ষণ এবং গতি থেকে।' সপ্তদশ শতান্ধীতে ফ্রান্সিদ বেকন বলেন, 'তাপ গতি ছাড়া অন্ত কিছু নয়।' তিনি সর্যেকে বলতেন 'গরম' এবং চাঁদের আলোকে বলেছিলেন 'ঠাগুা'। ওই একই শতান্ধীতে হয়গেন্স্ বলতেন যে, আগুন ও আগুনের শিথায় ক্রন্তগতিসম্পন্ন এক ধরনের কণা থাকে যা কঠিন বস্তুকে গলাতে পারে। কয়েক বছর পরে জন লক নামে একজন বৈজ্ঞানিক বলেন, তাপ হচ্ছে বস্তুর অচেতন অংশের ক্রন্ত আলোড়ন। অষ্টাদশ শতান্ধীতে রবার্ট হক বলেন, কোন বস্তুর গরম হওয়ার কারণ বস্তুর দেহে কণাগুলির ক্রন্ত আলোড়ন। রবার্ট বয়েল এই মতবাদ সমর্থন করেন। অষ্টাদশ শতান্ধীর শেষে লাভয়সিয়ে এবং লাগ্লাস এই মতবাদ সমর্থন করেন। এই মতবাদকে সে যুগে যান্ত্রিক মতবাদ বা মেক্যানিকাল থিওরি বলা হত। অষ্টাদশ শতান্ধীর শেষের দিকে আর একটি মতবাদ প্রচলিত হয়—নাম ক্যালরিক মতবাদ। এই মতবাদ অফ্যায়ী তাপ হচ্ছে এক ধরনের অদৃশ্য বস্তুর, যা গরম বস্তু থেকে ঠাগু। বস্তুতে যেতে পারে। এই অদৃশ্য বস্তুকে বলা হত ক্যালরিক।

তাপের সঠিক ব্যাখ্যা দেবার প্রথম চেষ্টা করেন কাউণ্ট রামফোর্ড (1798)।
গল্প আছে, অষ্টাদশ শতাব্দীর শেষের দিকে তিনি তুরপুন দিয়ে কামানের
মাঝে গর্ত করার কাজের তদারকি করছিলেন। একদিন লক্ষ্য করেন যে,
এই কাজে প্রচণ্ড তাপ উৎপন্ন হচ্ছে। তাপের পরিমাণ এত বেশি যে আগগুন
ছাড়াই বেশ কিছুটা জল ফোটাতে তিনি সমর্থ হন। তিনি এটাও লক্ষ্য করেন
যে, এই তাপের পরিমাণ সীমাহীন অর্ধাৎ যতক্ষণ গর্ত করার কাজ চল্বে

ততক্ষণ তাপ উৎপন্ন হবে। ঠিক একই সময়ে (1778—1829) ইংরেজ বৈজ্ঞানিক হামক্রে ডেভি বায়ুশ্র স্থানে শ্রু তাপমাত্রার নিচে ছ টুকরো বরফ কেবলমাত্র ঘবে গলান। তাপ যে বন্ধকণার গতিশক্তির বাহ্য প্রকাশ এই মতবাদ ক্রমশ দানা বাঁধতে লাগল। এই মতবাদকে চূড়ান্ত রূপ দেন ইংরেজ বৈজ্ঞানিক জেমদ প্রেম্বট জুল তাঁর দীর্ঘ ছ বছরের (1843—1849) পরীক্ষার সাহায্যে। তিনি পরীক্ষা করে দেখান, এক একক তাপ উৎপাদন করতে নির্দিষ্ট পরিমাণ যান্ত্রিক শক্তির প্রয়োজন। সেই থেকে জানা গিয়েছে—তাপ হচ্ছে এক ধরনের শক্তি—অণুগুলির মোট গতিশক্তির সমান। কোন বন্ধর 'উষ্ণভা' বাড়লে অণুগুলির গতিশক্তিও সক্ষে বাড়ে।

ভাপ ও শক্তি

যে কোন ছুটো বস্তু নিয়ে ঘ্ৰতে থাক, দেখবে ছুটো বস্তুই গ্ৰম হয়ে উঠেছে। একটা লোহার মাথায় যদি হাতুড়ি দিয়ে ঠুকতে থাক দেথবে লোহার টুকরোটা গরম হয়ে উঠেছে। শীতের দিনে হাত হটো ঘবে গরম করার অভিজ্ঞতা তোমাদের অনেকেরই আছে। এক টুকরো পাণর মেঝেতে ঘষলে দেখবে, পাথরটা গরম হয়ে উঠেছে। যথন দেশলাই ভৈরি হয়নি. চকম্মিক পাথর ঠুকে আগুন ধরান হত। আজ্বকাল লাইটারেও পাথর ঘষে আগুন জালান হয়। ছুবি কাঁচি শান দেওয়ার সময় আগুনের ফুলকি ছোটে দেখেছ। উপরের প্রভােকটি ক্ষেত্রেই তাপ উৎপন্ন হয়—বল্বগুলির গতিশক্তি ভাপে রূপাস্তবিত হওয়ার জন্ত। এক টুকরো শিরীষ কাগজ নিয়ে মাটিতে গতিশক্তি তাপে রূপান্তরিত হয়েছে। আর একটা পরীক্ষা করে দেখ। একটা ছোট টেস্ট টিউবে ধাতুর কিছু টুকরো নাও। একটা থার্মোমিটারের সাহায্যে ধাতুর টুকরোগুলোর তাপমাত্রা দেখে নাগু। এইবার থার্যোমিটারটা বার করে নিয়ে টেস্ট টিউবের মৃথে একটা ছিপি আটকে দাও। পরে বেশ কিছুক্ষণ ধরে ছিপি সমেত টেস্ট টিউবের ম্থটা উপরে ও নিচে নামিয়ে উল্টো ও দোজা করতে থাক। থার্মোমিটার দিয়ে আর একবার ধাতুর টুকরোগুলোর তাপমাত্রা নাও। দেখবে, তাপমাত্রা বেড়েছে। এইক্ষেত্রে টুকরোগুলোর স্থিতিশক্তি তাপমাত্রায় পরিণত হয়েছে।

উপরের উদাহরণ থেকে ব্ঝতে পারছ যে, যান্ত্রিক শক্তি তাপে রূপান্তরিত হতে পারে। যথন কয়লা পোড়াও তথন কয়লার রাশায়নিক শক্তি তাপে রূপান্তরিত হয়। দেই ভাবে বিত্যুৎ বা তড়িৎ প্রবাহ যথন রোধে বাধা প্রাপ্ত হয়, তথন বিত্যুৎশক্তি তাপে রূপান্তরিত হয়। স্থতরাং তাপও শক্তির একটা বিশেষ রূপ।

ভাপ ও ভাপমাত্রা

কোনটা গরম কোনটা ঠাণ্ডা সহজেই তোমরা বলতে পার। চায়ের কাপে আঙ্ল ড্বিয়ে বলতে পার চা গরম, আবার আইসক্রিম হাতে নিয়ে সহজেই বলতে পার এটা ঠাণ্ডা। কোন বস্তু কি পরিমাণ গরম বা কি পরিমাণ ঠাণ্ডা জানা যায় তাপমাত্রা দিয়ে। কিন্তু হাত দিয়ে বা আঙ্ল ড্বিয়ে তাপমাত্রা অফ্ভব করা সম্ভব নয়। কেন নয়, তোমরা আগেই পড়েছ।

অনেক দময় তাপ ও তাপমাত্রা আমরা একই অর্থে ব্যবহার করি। তাপ হল শক্তি, আর দেই তাপ প্রয়োগে বম্বর উষ্ণতা কতটা বাড়ল, তার মান হল তাপমাত্রা। একই তাপশক্তির প্রয়োগে বিভিন্ন বস্তুর উষ্ণতা বা তাপমাত্রা ভিন্ন ভিন্ন হয়। দেটা বস্তুটির ধর্ম। ধর, এক কেটলি ফুটস্ত জল, একটি ছোট ও একটি বড় পাত্রে রাখা হল। এই অবস্থায় দেখা যাবে, তুটির তাপ-মাত্রা এক। কিস্কু বড়টিতে তাপের পরিমাণ ছোটটির চেয়ে অনেক বেশি।

যথন কোন বস্তুতে তাপ প্রয়োগ কর, অর্থাৎ বস্তুকে গরম কর, তথন বস্তু তাপ শোষণ করে। তাপশোষণের জন্ম বস্তুর অণু বা পরমাণুর গতি বাড়ে, ফলে গতিশক্তিও বাড়ে। সব অণু পরমাণুগুলির গতিশক্তি কিন্তু এক নয়। তবে নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় তাদের গতিশক্তির গড় মান নির্দিষ্ট থাকে। যে কোন তাপমাত্রায় গতিশক্তির গড় মান সেই তাপমাত্রার সমাহ্ণপাতিক। তাপমাত্রা বাড়লে গতিশক্তির গড় মান বাড়ে, কমলে এই মান কমে।

একটা গরম বস্তুকে একটা ঠাণ্ডা বস্তুর সংস্পর্শে নিয়ে এলে গরম বস্তুটি তাপ হারায় ও ঠাণ্ডা বস্তুটি তাপ গ্রহণ করে। গরম বস্তু থেকে ঠাণ্ডা বস্তুতে তাপপ্রবাহ ততক্ষণ চলবে, যতক্ষণ না বস্তু হুটির তাপমাত্রা সমান হয়। স্তরাং ছুটি অসম তাপবিশিষ্ট বস্তুকে একত্রে আনলে তাপ কোন দিকে প্রবাহিত হবে নির্ভর করে বস্তু ছুটির তাপমাত্রার পার্থক্যের উপর। তাপের প্রয়োগে বৃদ্ধর কোন ভৌত ধর্মের পরিবর্তন হলে সেই পরিবর্তিত ধর্মের সাহায্যে তাপমাত্রা মাপা হয়। যেমন পারদের এবং গ্যাসের আয়তনের পরিবর্তনের সাহায্যে বা তড়িৎ-পরিবাহীর রোধ পরিবর্তনের সাহায্যে তাপ-মাত্রা মাপা হয়।

পারদ থার্মোমিটারে কি ভাবে তাপমাত্রা মাপা হয়, আগে পড়েছ। বরফের হিমান্ধ ও প্রমাণ চাপে জলের ক্ট্নান্ধকে থার্মোমিটারের নিম্ন ও উচ্চ স্থিরাঙ্ক ধরা হয়। তাপমাত্রার এই অন্তরফলকে বিভিন্ন থার্মোমিটারে বিভিন্ন ভাবে ভাগ করা হয়ে থাকে।

ভাপ পরিমাপের একক

বিভিন্ন পদ্ধতিতে তাপের একক বিভিন্ন। তাপ একটি শক্তি। সেইজন্য এন আই পদ্ধতিতে তাপ জুল (J) এককে প্রকাশ করা হয়। দি জি এন পদ্ধতিতে তাপের এককের নাম ক্যালরি। 4°C উষ্ণতায় বিশুদ্ধ এক প্রাম জলের 1°C তাপমাত্রা বাড়াতে যে তাপশক্তির প্রয়োজন হয়, তাকে এক ক্যালরি বলে। তাপকে Q চিহ্ন দিয়ে ক্যালরিকে cal কথা দিয়ে প্রকাশ করা হয়। ক্যালরি একটা ছোট একক। সেজন্য আর একটা বড় একক ব্যবহার করা হয়—নাম কিলোক্যালরি। 1 kg জলের তাপমাত্রা 1°C বাড়াতে যে তাপের প্রয়োজন হয় তাকে এক কিলোক্যালরি বলে। কিলোক্যালরি প্রকাশ করা হয়। প্রাটিশ পদ্ধতিতে তাপ পরিমাপের জন্য যে একক ব্যবহার করা হয় তাকে বিটিশ থার্মান্স একক বলে। এই একক এক পাউও জলের এক ডিগ্রি ফারেনহাইট তাপমাত্রা বাড়াতে প্রয়োজনীয় তাপশক্তির সমান। ব্রিটিশ থার্মান একককে B Th U লেখা হয়। থার্ম নামে আর একটি বড় একক এই পদ্ধতিতে ব্যবহার করা হয়ে থাকে। 1 থার্ম=10°B Th U। এক ব্রিটিশ থার্মান একক = 252 ক্যালরি।

আপেক্ষিক ভাপ

তোমরা যদি লোহা, তামা, পিতল, দস্তা প্রভৃতি বিভিন্ন বস্তুকে গ্রম করতে থাক, তবে দেখবে সকলে একই হাবে গ্রম হচ্ছে না। লোহা, তামা, পিতল প্রভৃতি ধাতুর কয়েকটি গোলক নাও। ধর, গোলকগুলির ভর সমান। যদি গোলকগুলিকে গরম করতে থাক তবে দেখা যাবে, সকলে একই হারে গরম হচ্ছে না। অর্থাৎ তাদের তাপগ্রহণের মাত্রা সমান নয়। সেই রকম যদি গোলকগুলিকে ঠাগু। করতে থাক তবে তাদের তাপ বর্জনের পরিমাণও দেখা যাবে এক নয়। তাপগ্রহণ ও বর্জনের হার বস্তুটির ধর্মের উপর নির্ভর করে। একটি পরীক্ষা করে দেখ। উপরের বিভিন্ন পদার্থের সম ভরের গোলকগুলিকে নির্দিষ্ট তাপ দেওয়ার পর ট্রেভে জমানো মোমের স্তরের উপর রাখ। দেখবে নির্দিষ্ট সময়ে মোম গলার পরিমাণ সকল ক্ষেত্রে সমান নয়। তামা বেশি মোম গলিয়েছে, কিন্তু লোহা অনেক কম। বস্তুর তাপ গ্রহণ ও বর্জনের ধর্মকে তার আপেক্ষিক তাপ বলে।

আপেক্ষিক তাপের সংজ্ঞা হল—একক ভরের বস্তুর একক তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্ম যে পরিমাণ তাপশক্তির প্রয়োজন তাকে বস্তুটির আপেক্ষিক ভাপ বলে।

দি জি এদ পদ্ধতিতে কোন বস্তুর আপেক্ষিক তাপ হল বস্তুর 1 g ভরের 14.5°C থেকে 15.5°C পর্যন্ত 1°C তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্ম কালিরি এককে যে পরিমাণ তাপশক্তির প্রয়োজন। আপেক্ষিক তাপের একক দি জি এদ পদ্ধতিতে হল cal/g°C। 4°C উষ্ণতার জলের আপেক্ষিক তাপকে এক ধরা হয়। এদ আই পদ্ধতিতে বস্তুর এক কিলোগ্রাম ভরের এক কেলভিন তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্ম জুল এককে যে পরিমাণ তাপশক্তির প্রয়োজন তাকে বস্তুটির আপেক্ষিক তাপ বলে। এদ আই পদ্ধতিতে আপেক্ষিক তাপের একক হল J/kgK। তোমরা আগেই পড়েছ O°C=273.16K। কিন্তু এক ডিগ্রিণ্ডাপমাত্রার অস্তর কেলভিন ও দেলিদিয়াদ এককে এক। স্থভরাং আপেক্ষিক ভাপের ক্ষেত্রে J/kgK কে অনেক দময় J/kg°C লেখা হয়।

ব্রিটিশ পদ্ধতিতে কোন বস্তুর এক পাউণ্ড ভরের এক ফারেনহাইট তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্ম ব্রিটিশ থার্মাল এককে যে তাপশক্তির প্রয়োজন তাকে বস্তুটির আপেক্ষিক তাপ বলে। এফ পি এদ পদ্ধতিতে আপেক্ষিক তাপের একক B Th U/Ib°F লেখা হয়।

বস্তুর ভাপগ্রাহিতা

কোন বস্তুর একক তাপমাত্রা পরিবর্তন করতে যেপরিমাণ তাপের প্রয়োজন হবে তাকে বস্তুর তাপগ্রাহিতা বা থার্মান্ত ক্যাপ্যামিটি বলে। যদি বস্তুর ভব m এবং আপেক্ষিক তাপ c হয় তবে একক তাপমাত্রা পরিবর্তন করতে মোট তাপের প্রয়োজন হবে mc, এবং এটিই হচ্ছে বস্তুর তাপগ্রাহিতা। যদি বস্তুটির ভর এক হয়, তবে বস্তুর ভাপগ্রাহিতা বস্তুর আপেক্ষিক তাপের সমান হবে। অতএব, একক ভর বিশিষ্ট বস্তুর তাপগ্রাহিতা বস্তুর আপেক্ষিক তাপের সমান। দি জি এস পদ্ধতিতে তাপগ্রাহিতা ক্যালরি এককে, ব্রিটিশ পদ্ধতিতে ব্রিটিশ থার্মাল এককে এবং এদ আই পদ্ধতিতে জুল এককে প্রকাশ করা হয়।

বস্তুর জল-তুল্যান্ধ

কোন বস্তুর 1°C তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্ম যে পরিমাণ তাপ লাগে, সেই তাপ যে পরিমাণ জলের 1°C তাপমাত্রা বাড়াতে পারে সেই পরিমাণ জলকে বস্তুর জল-তুল্যাক্ষ বা ওয়াটার ইক্উইভ্যালেণ্ট বলে। কোন বস্তুর তর m ও আপেন্দিক তাপ c। বস্তুটির তাপগ্রাহিতা তাহলে mc ক্যালরি। কিন্তু সংজ্ঞা অহ্যায়ী এক ক্যালরি তাপশক্তি 1 g জলের 1°C তাপমাত্রা বৃদ্ধি করতে পারে। অতএব, mc ক্যালরি তাপশক্তি mc গ্রাম জলকে 1°C উষ্ণ করতে পারে। অতএব, ঐ বস্তুর জলতুল্যাক হচ্ছে mc গ্রাম।

তাপগ্রাহিতা ও জল-তুল্যান্ধ প্রত্যেকটিই তর ও আপেক্ষিক তাপের গুণফল। প্রথমটির একক ক্যালরি এবং বিতীয়টির একক গ্রাম।

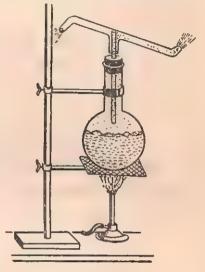
ভাপ ও কাজ

ইংরেজ বৈজ্ঞানিক জেমদ্ প্রেস্কট জ্লের কথা ডোমরা আগেই শুনেছ। তিনিই প্রথম পরীক্ষা করে দেখান যে, যথন কোন যাস্ত্রিক শক্তি তাপশক্তিতে রূপান্তরিত হয়, তথন নির্দিষ্ট পরিমাণ যাস্ত্রিক শক্তি থেকে নির্দিষ্ট পরিমাণ তাপশক্তি পাওয়া যায় এবং একটি অগ্রটির নমান্থপাতিক। যাস্ত্রিক শক্তিকে W এবং তাপশক্তিকে H অক্তর দিয়ে যদি প্রকাশ করা হয় তবে $W \sim H$ অথবা W = JH। J একটি ফ্রবক। যদি H এক ক্যালরি হয় তবে W = J।

স্থতরাং ধ্রুবক J হচ্ছে এক ক্যালরি তাপ উৎপন্ন করতে প্রয়োজনীয় যান্ত্রিক শক্তি। এই ধ্রুবককে বলা হয় তাপের যান্ত্রিক তুল্যাচ্ক বা মেক্যানিকাল ইক্উইভ্যালেন্ট অফ হীট। জুলের নাম অফ্সারে ধ্রুবকটি J অক্ষর দিয়ে প্রকাশ করা হয়। এই ধ্রুবকের মান 4:18 J/cal। ধ্রুবক J এবং শক্তির একক J হুটি আলাদা মনে রেখো।

তাপের নাহায্যে কিভাবে কান্ধ করা হতে পারে একটি পরীক্ষার নাহায্যে

দেখ। একটি ফ্লাস্কে কিছু জল নাও।
ফ্লাস্কটির ম্থ ছিপি আটকে ভিতরে
একটি ছোট নল প্রবেশ করাও
(চিত্র 6.1)। একটি কাচের নল
আলগাভাবে ছিপির নলটির উপর
বদাও। উপরের নলটির ছই স্চলো
প্রান্ত বিপরীত দিকে লম্বভাবে
ম্থ করে আছে একই জহতুমিক
ভলে। ফ্লাম্বের জল কিছুক্ষণ গরম
কর। দেখবে বাজ্প নলের ছই
প্রান্ত দিয়ে যথন বেরিয়ে আদছে
তথন নলটি ঘুরতে থাকবে। এটি
তাপশক্তির যান্ত্রিক শক্তিতে
রূপান্তরিত হওয়ার উদাহরণ।



চিত্ৰ 6.1

খ্রীম এঞ্জিনের সাহায্যে ট্রেন চলতে তোমরা দেখে থাকবে। পেটোল এঞ্জিনে মোটর গাড়ি বা বাস চলে। ডিজেল এঞ্জিনে বড় বড় টাক চলে। আসলে কিন্তু সব এঞ্জিন চলার মূলে রয়েছে—তাপ। তাপ ক্ষি হয় বলেই এঞ্জিনগুলি চলে।

🗬 আলোক

আলোর উৎস

আলো কোথা থেকে আদে? আমাদের পৃথিবীতে আলোর সর্বপ্রধান উৎস হল সূর্য। চাঁদ থেকেও সামান্ত আলো আমরা পাই, যদিও চাঁদ নিজে ঠিক আলোর উৎস নয়। সূর্য থেকে আলো এসে চাঁদে পড়ে, দেখান থেকে আবার আমাদের কাছে এসে পোঁছয়। এছাড়া রাতের আকাশে আরও অসংখা নক্ষত্র জনজন করে, তবে আমাদের বাবহারিক কাজে এইসব আলোর উৎসগুলি বড় একটা লাগে না। এইগুলি সবই আলোর স্বাভাবিক উৎস। জোনাকি, গভীর সম্জের অনেক মাছ, রেডিয়ম, ইউরেনিয়মের লবণ ইত্যাদিও স্বাভাবিক আলোর উৎস। কৃত্রিম উৎস হল প্রদীপ, মোমবাতি, লগুন, ইলেকট্রিক আলো, গ্যাসবাতি, টর্চ ইত্যাদি। লোহা ও পাথর ঘষলে আলোর ফুনকি পাওয়া মায়।

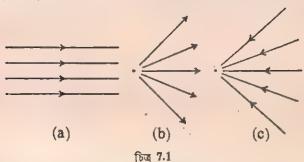
আলোর উৎসকে আলোর প্রভব বলা হয়ে থাকে। একটু লক্ষ্য করলেই ব্রুবে যে আলোর উৎস হ রকমের। যে উৎস নিক্ষেই আলো দিতে পারে তাকে স্বপ্রপ্ত বস্ত বলে। যেমন—সূর্য, নক্ষ্ত্র, মোমবাতি ইত্যাদি। আর এক রকমের উৎস আছে যারা পরের আলোয় আলোকিত। এদের বলে অপ্রপ্ত বস্ত। চাঁদ এবং বৃহস্পতি, শুক্র প্রভৃতি গ্রহগুলি অপ্রভ বস্ত। আমাদের চারপান্দের বেশির ভাগ বস্তুই, যেমন চেয়ার, টেবিল, পেন ইত্যাদি সবই অপ্রভ বস্ত।

স্বচ্ছ ও অনচ্ছ বস্তু

যে বস্তুর ভিতর দিয়ে আলো যেতে পারে তাকে আমরা **স্বক্ত** বস্তু বলি, যেমন কাচ। কাচ ভেদ করে আমরা দেখতে পাই। যে বস্তুর ভিতর দিয়ে আলো যায় না এবং আমরা দেখতে পাই না তাকে **অনন্ত** বস্তু বলে। স্বচ্ছ ও অনচ্ছ বস্তুর মাঝামাঝি আর এক ধরনের বস্তু আছে যাদের মধ্যে দিয়ে আলো আংশিক ভাবে যেতে পারে। এদের বলে **ইম্মন্ত** বস্তু। ম্বা কাচ তোমরা নিশ্চয়ই দেখেছ। তেলে ভেজা কাগজও এই জাতীয় উদাহরণ। পরিকার জনের পাতলা স্তর স্বচ্ছ, কিন্তু জলের স্তর পুরু হলে ঈষদচ্ছ হয়। অনেকগুলি স্বচ্ছ কাচ উপরে রাখলে ঈষদচ্ছ দেখায়।

আলো-রশ্মি

উৎসকে কেন্দ্র করে আলো চতুর্দিকে ছড়িয়ে পড়ে। আলোর যে কোন একটি পথকে আলো-রশ্মি বলে। সেই আলো-রশ্মির গুচ্ছকে আলো-রশ্মিগুচ্ছ বলে। আলো-রশ্মিগুচ্ছ থেকে একটি আলো-রশ্মি আলাদা করা সন্তব নয়। আলো-



রশ্মি বা রশ্মিগুচ্ছের পথ ভীর চিহ্নিত সরলরেথা দিয়ে প্রকাশ করা হয়। ভীরের মুখটি আলোর গতিপথ নির্দেশ করে।

রশিগুচ্ছ তিন রক্ষের: (ক) সমান্তরাল, (খ) অপসারী ও
(গ) অভিসারী। সমান্তরাল রশিগুচ্ছে রশিগুলো একে অন্তের সমান্তরাল
(চিত্র 7.1a)। বছ দূর থেকে আসা আলোর রশিগুচ্ছকে সমান্তরাল বলা
যেতে পারে। অপসারী রশিগুলি একটি বিন্দু থেকে বার হয়ে বিভিন্ন দিকে
ছড়িয়ে পড়েছে মনে হয় (চিত্র 7.1b)। কোন মাধ্যমে রশিগুচ্ছের রশিগুলি
যদি একটি বিন্দৃতে এদে মিলিত হয় তবে তাদের অভিসারী আলো-রশিগুচ্ছ
বলে (চিত্র 7.1c)।

আলোর প্রতিফলন

ঘরের বাইবে স্থের আলো ঝলমল করছে, অথচ ঘরে ঢোকে না। একটা আয়নার উপর সেই আলো ফেলে আয়নাটা ঘ্রিয়ে ঘ্রিয়ে সহজেই ঘরের মধ্যে আলো ঢোকানো যায়। ভোমরা অনেকেই নিশ্চয় এ বকম করে দেখেছ। আয়না থেকে ঘরে যে আলো এল তা প্রতিফলনের সাহায়ে। একটি টেনিদ

🗬 আলোক

আলোর উৎস

আলো কোথা থেকে আদে? আমাদের পৃথিবীতে আলোর সর্বপ্রধান উৎস হল সূর্য। চাঁদ থেকেও দামান্ত আলো আমরা পাই, যদিও চাঁদ নিজে ঠিক আলোর উৎস নয়। সূর্য থেকে আলো এসে চাঁদে পড়ে, দেখান থেকে আবার আমাদের কাছে এসে পোঁছয়। এছাড়া রাতের আকাশে আরও অসংখ্য নক্ষত্র জনজন করে, তবে আমাদের ব্যবহারিক কাজে এইসব আলোর উৎসগুলি বড় একটা লাগে না। এইগুলি সবই আলোর স্বাভাবিক উৎস। জোনাকি, গভীর সম্জের অনেক মাছ, রেডিয়ম, ইউরেনিয়মের লবণ ইত্যাদিও স্বাভাবিক আলোর উৎস। কৃত্রিম উৎস হল প্রদীপ, মোমবাতি, লঠন, ইলেক্ট্রিক আলো, গ্যাদবাতি, টর্চ ইত্যাদি। লোহা ও পাথর ঘষলে আলোর ফুলকি পাওয়া যায়।

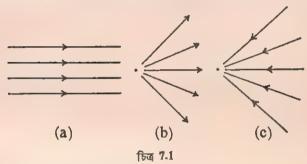
আলোর উৎসকে আলোর প্রান্তব বলা হয়ে থাকে। একটু লক্ষ্য করলেই বুঝবে যে আলোর উৎস হ রকমের। যে উৎস নিজেই আলো দিতে পারে তাকে স্বপ্রশুভ বস্ত বলে। যেমন—স্থা, নক্ষ্য, মোমবাতি ইত্যাদি। আর এক রকমের উৎস আছে যারা পরের আলোয় আলোকিত। এদের বলে অপ্রভ বস্ত। চাঁদ এবং বৃহস্পতি, শুক্র প্রভৃতি গ্রহগুলি অপ্রভ বস্ত। আমাদের চারপাশের বেশির ভাগ বস্তই, যেমন চেয়ার, টেবিল, পেন ইত্যাদি সবই অপ্রভ বস্ত।

স্বচ্ছ ও অনচ্ছ বস্তু

যে বস্তুর ভিতর দিয়ে আলো যেতে পারে তাকে আমরা স্বচ্ছ বস্তু বলি, যেমন কাচ। কাচ ভেদ করে আমরা দেখতে পাই। যে বস্তুর ভিতর দিয়ে আলো যায় না এবং আমরা দেখতে পাই না তাকে অনচ্ছ বস্তু বলে। স্বচ্ছ ও অনচছ বস্তুর মাঝামাঝি আর এক ধরনের বস্তু আছে যাদের মধ্যে দিয়ে আলো আংশিক ভাবে যেতে পারে। এদের বলে ঈষদচ্ছ বস্তু। ঘষা কাচ তোমরা নিশ্চয়ই দেখেছ। তেলে ভেজা কাগজও এই জাতীয় উদাহরণ। পরিকার জলের পাতলা স্তর স্বচ্ছ, কিন্তু জলের স্তর পুরু হলে ঈষদচ্ছ হয়। অনেকগুলি স্বচ্ছ কাচ উপরে রাখলে ঈষদচ্ছ দেখায়।

আলো-রশ্যি

উৎসকে কেন্দ্র করে আলো চতুর্দিকে ছড়িয়ে পড়ে। আলোর যে কোন একটি পথকে আলো-রশ্মি বলে। সেই আলো-রশ্মির গুচ্ছকে আলো-রশ্মিগুচ্ছ বলে। আলো-রশ্মিগুচ্ছ থেকে একটি আলো-রশ্মি আলাদা করা সম্ভব নয়। আলো-



রশ্মি বা রশ্মিগুচ্ছের পথ ভীর চিহ্নিত সরলরেথা দিয়ে প্রকাশ করা হয়। ভীরের মুখটি আলোর গতিপথ নির্দেশ করে।

রশিগুচ্ছ তিন রকমের: (ক) সমান্তরাল, (খ) অপসারী ও
(গ) অভিসারী। সমান্তরাল রশিগুচ্ছে রশিগুলো একে অন্তের সমান্তরাল
(চিত্র 7.1a)। বছ দূর থেকে আদা আলোর রশিগুচ্ছকে সমান্তরাল বলা
থেতে পারে। অপসারী রশিগুলি একটি বিন্দু থেকে বার হয়ে বিভিন্ন দিকে
ছড়িয়ে পড়েছে মনে হয় (চিত্র 7.1b)। কোন মাধ্যমে রশিগুচ্ছের রশিগুলি
যদি একটি বিন্দুতে এসে মিলিভ হয় তবে তাদের অভিসারী আলো-রশিগুচ্ছ
বলে (চিত্র 7.1c)।

আলোর প্রতিফলন

ঘ্রের বাইরে স্থের আলো ঝলমল করছে, অথচ ঘরে ঢোকে না। একটা আয়নার উপর সেই আলো ফেলে আয়নাটা ঘ্রিয়ে ঘ্রিয়ে দহজেই ঘরের মধ্যে আলো ঢোকানো যায়। ভোমরা অনেকেই নিশ্চয় এ রকম করে দেখেছ। আয়না থেকে ঘরে যে আলো এল তা প্রতিফলনের দাহায়ে। একটি টেনিদ বল দেওয়ালে ছুঁড়ে দিলে যেমন ধাকা থেয়ে ফিরে আদে, আলোর প্রতিফলন আনেকটা দেই ধরনের। আয়নার দামনে দাঁড়িয়ে যথন নিজেকে দেখতে পাও তথন তোমার দেহের বিভিন্ন অংশ থেকে আলো-রশ্মি আয়নায় প্রতিফলিত হয়ে তোমার চোথে এসে পড়ে। আলো-বশ্মির কোন একটি ভলে প্রতিহত হয়ে দিক পরিবর্তন করে ফিরে আসাকে আলোর প্রতিফলন বলে। যে বস্তু থেকে আলো প্রতিফলিত হয় তাকে বলে প্রতিফলক।

যে কোন তল থেকেই আলো-বশ্বি প্রতিফলিত হতে পাবে। কিন্তু একটি
নির্দিষ্ট দিকে প্রতিফলনের জন্ম প্রতিফলকের তল মস্থা হওয়া দরকার। লক্ষ্য
করলে দেখবে আয়নার উপরতল খ্বই মস্থা। ধাতুর ফলকের উপরতল মস্থা
হলে তাতেও আয়নার মত মুখ দেখা যায়। অমস্থা তল থেকে প্রতিফলিত
আলো কোন একটি নির্দিষ্ট দিকে যায় না।

স্বতরাং একটি নির্দিষ্ট দিক থেকে আদা দমাস্তরাল রশ্মিগুচ্ছ যথন কোন আয়নায় বা প্রতিফলকে প্রতিফলিত হয়ে নির্দিষ্ট দিকে দমাস্তরাল ভাবে যায় তথন তাকে নিয়মিত প্রতিফলন বলে। প্রতিফলনের পর দমাস্তরাল রশ্মিগুচ্ছ



চিত্ৰ 7.2

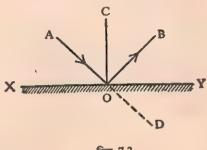
যদি নির্দিষ্ট দিকে সমাস্তরালভাবে না গিয়ে কোন রশ্মি এদিকে কোন রশ্মি গুদিকে যায় ভাহলে ভাকে জনিয়নিত বা বিক্তিপ্ত প্রতিফলন বলে। যে কোন অমস্থা ভলে বিক্ষিপ্ত প্রতিফলন হয় (চিত্র 7.2)।

XY একটি দর্পন এবং AO বেখা বরাবর আলোর রশ্মি দর্পণের O বিন্দৃতে আপতিত হয়েছে (চিত্র 7.3)। AO বেখা O বিন্দৃতে OB পথে প্রতিফলিত হয়েছে। পাতলা কাচের প্রেট বা চাদরের উপর নিচ ছই তলই মহুণ তবে কাচ স্বচ্ছ হওয়ায় তাতে য়থেষ্ট পরিমাণে আলো প্রতিফলিত হয় না। কাচের নিচের তলে পারদ মিশ্রিত ধাতুর প্রলেপ দিলে প্রতিফলন অনেক গুণ বৃদ্ধি পায়। এই ভাবেই আয়না বা দর্পণ তৈরি করা হয়। সমতল কাচের তৈরি

দর্পণকে সমতল দর্পন বলে। ছবিটি দেখ। XY রেখাটি দর্পণের একটি ছেদ। রেখাটির তলায় ভ্যাশ রেখা দিয়ে দর্পণ বোঝান যায়। AO রেখা

বরাবর আলে:-রশ্মি দর্পণের O বিন্দুতে পড়েছে এবং OB রেথাপথে প্রতিফলিত হচ্ছে। O বিন্দুতে XY রেথার উপর OC লম্ব টান।

AO কে আপতিত রশ্মি,
OB কে প্রতিফলিত রশ্মি
এবং OC কে অভিলম্ব বলে।



চিত্ৰ 7.3

O বিন্দুকে আপতন বিষ্ণু বলা হয়।

অভিলম্ব ও আপতিত বশ্বির মধ্যের কোণকে **আপতন কোন এবং** অভিলম্ব ও প্রতিফলিত বশ্বির মধ্যের কোণকে প্র**ভিফলন কোন** বলা হয়। আপতন কোন। অক্ষর দিয়ে ও প্রতিফলন কোন স্বাস্কর দিয়েপ্রকাশ করা হয়। উপরের ছবিতে AOC আপতন কোন এবং BOC প্রতিফলন কোন।

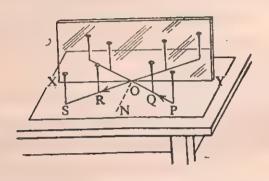
দর্পণ না থাকলে AO রশ্মি OD পথে যেত কিন্তু দর্পণের জন্ত AOD রশ্মি AOB পথে যাচ্ছে। উপরের ছবি দেখে নিশ্চয় ব্ঝতে পারছ। দর্পণের জন্ত আলোর রশ্মির স্বাভাবিক পথ থেকে বিচ্যুতি হল BOD কোণ।

প্রতিফলন সূত্র

আলোর প্রতিফলন চ্টি স্ত্র মেনে চলে: (ক) আণতিত রশ্মি, প্রতিফলিত রশ্মি ও প্রতিফলকের উপর আপতন বিন্দৃতে অহিত অভিনম্ব একই সমতনে অবস্থিত। (থ) অপপতন কোণ এবং প্রতিফলন কোণ পরম্পর সমান।

প্রতিফলন সূত্রের প্রমাণ

পিন পদ্ধতি: একটি সমতল বোর্ডের উপর একটা সাদা কাগজ পাত এবং চারটি বোর্ডপিন দিয়ে কাগজের চারকোন বোর্ডে লাগাও যাতে কাগজ না সরে যায়। কাগজের মাঝথানে একটি সরলরেথা XY টান (চিত্র 7.4) এবং সেই রেথা বরাবর থাড়াভাবে একটি সমতল দর্পন বসাও। তুটি আল্পিন নাও এবং দর্পণের দামনে ভানদিকে দেই ছটিকে P এবং Q বিন্দৃতে কাগজে বদাও।
PQ রেখা যে বিন্দৃতে দর্পণের XY রেখায় মিশবে তাকে O চিহ্নিত কর।
বাঁদিক থেকে দর্পণের দিকে দেখলে P এবং Q এর প্রতিবিম্ব দেখতে পাবে।
এইভাবে বাঁদিক থেকে তাকিয়ে এই প্রতিবিম্ব এক দর্লরেখায় রেখে আরও
ছটি আলপিন বদাও R ও S বিন্দৃতে। তালো করে দেখ, যে চারটি পিন
R,S এবং P ও Q এর প্রতিবিম্ব এবং O বিন্দু এক দর্লরেখায় আছে। এবার



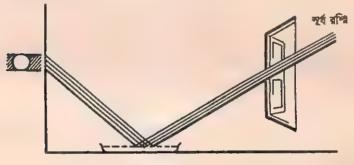
চিত্ৰ 7.4

পিন ও দর্পণ সরিয়ে দিয়ে PQO এবং SRO রেখা টান এবং O বিন্তুতে XY রেখার উপর ON লম্ব টান। এখানে PQ আপতিত রশ্মি, RS প্রতিফলিত রশ্মি, ON লম্ব। PON আপতন কোণ, SON প্রতিফলন কোণ। চাঁদার সাহায্যে মেপে দেখ কোণ ছটি সমান কিনা। PQ, RS এবং ON তিনটিই কাগজের সমতলে অবস্থিত, স্বতরাং ওরা এক সমতলেই আছে। সাধারণত এই ধরনের পরীক্ষায় কোণ মাপতে আধ ডিগ্রির মত পার্থকা হতে পারে। তুটির জায়গায় তিনটি পিন দিয়ে পরীক্ষাটি করলে এবং বড় আকারের চাঁদা ব্যবহার করলে মাপের ভুল কম হবে।

প্রভিবিশ্ব

যথন কোন বস্তুকে দরাদরি দেখ তথন বস্তু থেকে আলো দোজা তোমার চোথে এসে পড়ে। কিন্তু দর্পণ বা আয়নায় যখন কোন বস্তু দেখ তথন বস্তু থেকে আলো দর্পণে প্রতিফলিত হয়ে তোমার চোথে এদে পড়ে। তথন মনে হয় থেন বস্তুটি অন্ত কোন স্থানে আছে এবং দেখান থেকে আলো তোমার চোখে এদে পড়ছে। বস্তুর এই আপাত অবস্থানকে বস্তুর বিম্ব বা প্রতিবিম্ব বলে।

প্রতিবিধের সংজ্ঞা: কোন বিন্দু-প্রভব থেকে অপস্থত আলোর রশ্মি প্রতিফলিত হয়ে যদি অন্ত কোন বিন্দুতে মিলিত হয় বা অন্ত কোন বিন্দু থেকে অপস্থত হচ্ছে মনে হয় তথন দ্বিতীয় বিন্দুটিকে প্রথম বিন্দুর প্রতিবিদ্ধ বলা হয়। প্রতিবিদ্ধ দুই ধরনের—সদবিদ্ধ এবং অসদবিদ্ধ। যথন কোন প্রভব থেকে অপস্থত আলোর রশ্মি দ্বিতীয় কোন বিন্দুতে মিলিত হয় তথন তাকে সদবিদ্ব বলে। একটা থালায় কিছু জল ভর্তি করে যদি ঠিকমত ঘরের বাইরে

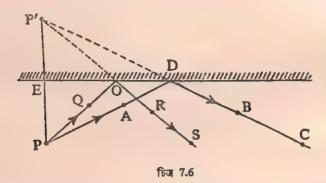


চিত্ৰ 7.5

রাথ তবে স্থের প্রতিবিম্ব দেখতে পাবে (চিত্র 7.5)। অবশ্ব থালার জল হির হতে হবে। এটি সদ্বিম্বের উদাহরণ। মনে রেথ, এই ভাবে নিরাপদে ও খ্ব ভালভাবে স্থ্রাহণ দেখা যায়। সদ্বিম্বেরই আরও উদাহরণ দিনেমার পর্ণায় ছবি বা ক্যামেরায় ভোলা ছবি। যথন কোন আলোর উৎস থেকে অপস্তত আলোর রশ্মি প্রতিফলনের পর অন্ত কোন বিন্দু থেকে আসছে বলে মনে হয় তথন সেই প্রতিবিম্বকে অসদ্বিম্ব বলে। আয়নায় বা পুক্রের জলে যে বিম্ব দেখা যায় দেগুলি অসদ্বিম্ব। সদ্বিম্ব চোখে দেখা যায় ও পর্দায় ধরা যায়। অসদ্বিম্ব চোখে দেখা যায় কিন্তু পর্দায় ধরা যায় না।

সমতল দর্গণে প্রতিবিদ্য

সমতল দর্পণে প্রতিবিম্ব কিভাবে হয় এবং প্রতিবিষ্ণটির অবস্থান কোথায় পরীক্ষা করে দেখ। একটি বোর্ডের উপর একটা দাদা কাগজ পিন দিয়ে আটকাও। কাগজের মাঝথানে একটি দরল রেখা টান এবং দরল রেখা বরাবর একটি দর্পন রাথ (চিত্র 7.6)। দর্পণের দামনে ছটো পিন বদাও। এক নম্বর পিন P বিন্দৃতে এবং ছ নম্বর পিন Q বিন্দৃতে। আরও ছটো পিন নাও এবং P Q আপতিত



বিশিব প্রতিফলিত বশার উপর তিন নম্বর পিন R বিশ্বতে ও চার নম্বর পিন S বিশ্বতে বসাও। পিনগুলি তুলে P, Q, R, S বিশ্বুগুলি পেন্সিল দিয়ে চিহ্নিত কর। PQO এবং SRO রেখা টান। প্রথম পিনটি আবার P বিশ্বতে বসাও। আব একটি রেখা ধরে তু নম্বর পিনটি A বিশ্বতে বসাও এবং আগের মত তিন নম্বর ও চার নম্বর পিন তুটির সাহায্যে PA আপতিত রশার প্রতিফলিত রশ্মিনির্গয় কর, তিন নম্বর পিন B বিশ্বতে ও চার নম্বর পিন C বিশ্বতে বসিয়ে। এবার পিনগুলি তুলে A, B, C বিশ্বুগুলি চিহ্নিত কর। PAD এবং CBD রেখা টান। এখন CBD ও SRO রেখা তুটো বাড়াও। এরা P' বিশ্বতে ছেদ করবে। P' বিশ্বিট P বিশ্বর প্রতিবিশ্ব।

P, P' বিন্দু তুটো যোগ কর। PP' রেখা দর্পণটিকে E বিন্তুতে ছেদ করবে। PE ও P'E স্কেল দিয়ে মাণ। দেখবে PE=P'E। PE যে PE' এর সমান তা তোমরা জ্যামিতির সাহায্যে প্রমাণ করতে পারবে। একটা টাদা নিয়ে PED ও P'ED কোণ তুটো মাণ। দেখবে তুটিই সমকোণ।

এই পরীক্ষা থেকে তোমরা তিনটি সিদ্ধান্তে আদতে পার: (ক) দর্পণ থেকে বস্তুর দূরত্ব এবং প্রতিবিদ্ধের দূরত্ব পরস্পর সমান। (থ) বস্তু ও প্রতিবিদ্ধের দূরত্ব রেথা দর্পণকে লম্বভাবে ছেদ করে। (গ) প্রতিবিম্বটি অসং।

পার্খীয় বিপর্যয়

আয়নার সামনে দাঁড়িয়ে নিজের দিকে চাইলে ডান হাতকে বাঁ হাত ও বাঁ হাতকে ডান হাত মনে হয়। তোমার বাঁ গালে যদি কোন ভিল থাকে দেখকে



চিত্ৰ 7.7

প্রতিবিধে ডান গালে আছে মনে হবে। মনে কর একটা কাগজে b অক্ষর লিথে সরল দর্পণের কাছে ধরেছ। প্রতিবিধে অক্ষরটা d মনে হবে। 7.7 চিত্র দেথ। একে পার্শীয় বিপর্ধয় বলে। প্রতিসম বস্তুগুলোর বেলায় পার্শীয় বিপর্ধয় কেমন হবে ? AIXOUMY অক্ষরগুলোর বিপর্ধয় কেমন হবে ছবি এঁকে দেখ।

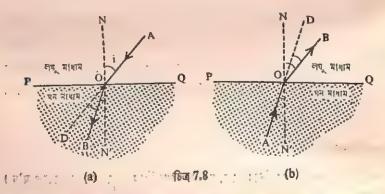
প্রতিসরণ

আলো বাতাদের ভিতর দিয়ে চলে, জলের মধ্যে দিয়ে এবং কাচের মধ্যেও যায়।
তাই বাতাদ, জল বা কাচ, এরা আলোর মাধ্যম। স্বচ্ছ ও দমদত্ব বস্তু যার
ভিতর দিয়ে আলো থেতে পারে দেই বস্তুকেই আলোর মাধ্যম বলে। আলো
যখন এক মাধ্যম থেকে অক্ত মাধ্যমে যায় তথন ছই মাধ্যমের বিভেদতলে
আলোর রশ্বি দিক পরিবর্তন করে। ছই মাধ্যমের বিভেদতলে আলো-বৃদ্ধির
দিক পরিবর্তনকে প্রভিদর্যন বলে।

একটা গোলাস বা বীকারে জল নাও। একটি পেন্সিল ডুবিয়ে উপর থেকে দেখ। মনে হবে জলের উপর তল থেকে পেন্সিলটা হঠাৎ বেঁকে গোছে। এফ কারণ কি? জলের মধ্যে পেন্সিলের যে অংশ আছে দেখান থেকে আলো— রশ্মিজলে যে বেখা বরাবর যাচ্ছিল বাডাদে এসে ভার দিক পরিবর্তন হয়েছে।

প্রতিসরণের সংজ্ঞা

মনে কর PQ ঘৃটি মাধ্যমের বিভেদতল এবং AO আপতিত রশ্মি O বিন্তৃতি PQ তলের উপর এসে পড়েছে (চিত্র 7.8 a)। দ্বিতীয় মাধ্যমে আলোর রশ্মি বেঁকে OB পথে যায়। O বিন্তৃকে আপতন বিন্দু বলে। O বিন্তৃতি PQ এর উপর NON লম্ব টান। AO কে আপতিত রশ্মি, OB-কে প্রতিন্থত রশ্মি, NON কে আপতন বিন্তৃতে বিভেদতলের উপরে অভিলম্ব বলে। আপতিত রশ্মি অভিলম্বের সঙ্গে যে কোণ করে তাকে আপতন কোণ এবং প্রতিন্থত রশ্মি অভিলম্বের সঙ্গে যে কোণ করে তাকে প্রতিসরণ কোণ বলে। AON আপতন কোণ এবং BON প্রতিসরণ কোণ। আপতন কোণকে i ও প্রতিসরণ কোণকে r দিয়ে প্রকাশ করা হয়। পরীক্ষা করে দেখা গিয়েছে যে আলোর রশ্মি যথন লঘু মাধ্যম থেকে ঘন মাধ্যমে



আদৈ তথন প্রতিস্ত রেথা অভিলয়ের দিকে বেঁকে যায়। ছবিতে AOB রিশি লঘু মাধ্যম থেকে ঘন মাধ্যমে এনে পড়েছে। এক্ষেত্রে আপতন কোণের চেয়ে প্রতিদরণ কোন ছোট। আলোর রিশি যথন ঘন মাধ্যম থেকে লঘু মাধ্যমে যায় তথন প্রতিস্ত রেথা অভিলয় থেকে দূরে দরে ষার্ম (চিত্র 7.8 b)। এক্ষেত্রে আপতন কোণের চেয়ে প্রতিদরণ কোণ বড়।

প্রতিসরণে আলোর রশাির চ্যুতি - - - -

উপরের ছবি তৃটিতে দেখ AO আলোক রেখা লঘু মাধান থেকৈ ঘন মাধার্মে অথবা বন মাধাম থেকে লঘু মাধার্মে এদে OB পথে সিয়েছে। মাধ্যমের পরিবর্তন না হলে AO রশ্মি OD পথে যেত। স্থতরাং আলো-রশ্মির চ্যুতি হচ্ছে BOD কোণ।

প্রতিসরণের সূত্র

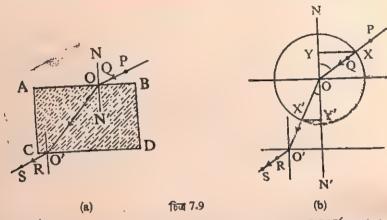
এক মাধ্যম থেকে অক্ত মাধ্যমে যাবার সময় আলো-রশ্মির প্রতিদরণ তুটো নিয়ম মেনে চলে: (ক) আপতিত রশ্মি, প্রতিস্ত রশ্মি এবং আপতন বিন্দুতে বিভেদতলের উপর অভিলম্ব একই তলে থাকে। (খ) তুটো নির্দিষ্ট মাধ্যমের ভিতর দিয়ে একটা নির্দিষ্ট রঙের আলো-রশ্মির প্রতিদরণ হলে আপতন কোণের দাইন ও প্রতিদরণ কোণের সাইনের অকুপাত গ্রুবক হয়। কোন কোণের গাইন ও প্রতিদরণ কোনের সাইনের অকুপাত গ্রুবক হয়। কোন কোণের sine কাকে বলে তোমরা অঙ্কের ক্লাদে পড়েছ। যদি আপতন কোনকে i ও প্রতিদরণ কোণকে r বলা হয় তবে sin i/sin r গ্রুবক। এই গ্রুবককে মাধ্যম তুটির প্রতিসরাক্ষ বলা হয় ও n অক্ষর দিয়ে প্রকাশ করা হয়।

ছটি নির্দিষ্ট মাধ্যম ও নির্দিষ্ট বর্ণের আলো-রশ্মির জন্ম প্রতিসরাক্ষের মান সর্বদা সমান থাকে। মনে রেথ মাধ্যমের ক্ষেত্রে তাগমাত্রা সমান থাকা দরকার। বিভীয় স্থৃত্রটি বিজ্ঞানী স্নেল আবিষ্কার করেন, দেজন্ম এই স্থৃত্রকে অনেক সময় স্থেলির স্ত্র বলা হয়।

প্রতিসরণের প্রমাণ

একটা বোর্ডের উপর চারটে পিন দিয়ে একটা কাগজ আটকাও। একটা কাচের আয়তাকার ফলক কাগজের উপর রেখে বাইরের দীমারেখা ABCD টেনে নাও (চিত্র 7.9a)। ফলকটির AB পাশে ছটো পিন P ও Q থাড়া ভাবে বদাও। ফলকের CD পাশে আরও ছটো পিন R এবং S এমন ভাবে বদাও যেন P এবং Q পিন, R ও S এর প্রতিবিশ্বের সঙ্গে একই রেখায় থাকে। P, Q ও R, S পিনগুলোর অবস্থান চিহ্নিত কর এবং ফলকটি সরাও। P, Q এবং R, S যোগ কর ও বাড়াও যাতে PQ এবং RS বশ্বি ছটো AB, CD রেখা ছটোকে O এবং O বিন্তুতে ছেদ করে।

O এবং O বিন্দৃতে AB ও CD এর উপর লম্ব টান। NONতে O বিন্দৃ বেখা ABর উপর লম। PON আপতন কোন এবং OON প্রতিদর্শ কোন। PON ও O'ON কোণ হুইটি sin এর মান ত্রিকোণমিতির তালিকা থেকে বার করে। দেখবে sin PON এবং sin O'ON হুটির অনুপাত একটি ধ্রুবক।



ঞ্বকটি n অক্ষর দিয়ে প্রকাশ করা হয়। PON কোণ এবং OON কোণের
মান বিভিন্ন নিম্নে দেখ n এর মান প্রতিবারেই এক হবে। অক্তভাবেও
প্রতিদরাক্ষর মান বার করতে পার। O বিন্দুকে কেন্দ্র করে যে কোন ব্যাদাধের
একটা বৃত্ত আঁক (চিত্র নং 7.9b)। এই বৃত্ত PQ ও OO রেখা দুটোকে
মধাক্রমে X ও X বিন্দুতে ছেদ করল। X ও X ধেকে NON এর উপর
XY ও X Y লম্ব টান।

মতএব sin PON = $\frac{XY}{OX}$ এবং sin O'ON' = $\frac{X'Y'}{OX}$, কিছ OX = OX'

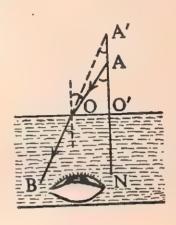
কারণ একই বৃত্তের ব্যাসার্ধ। অতএব $\frac{\sin PON}{\sin O'ON} = \frac{XY}{X'Y'}$ । XY ও X'Y' এর অমুণাত বার করলেই কোণ ছটির সাইনের অমুণাত পাবে। যদি আগতন কোণ ও প্রতিসরণ কোণের মান পরিবর্তন করে অমুণাত একই পাও তবে প্রতিসরণের বিতীয় হুত্ত প্রমাণিত হল। প্রতিহৃত রেখা, আণতিত রেখা এবং আগতন বিন্দুতে বিভেদতলের উপর অভিলম্ব একই তলে আছে। এটিই প্রতিমরণের প্রথম হুত্র।

श्राजित्रद्रश्य करत्रकृष्टि मृष्टेश्य

(ক) জলে ভোবানো জিনিস জলের বাইরে থেকে দেখলে কেমন দেখাবে?

জনভর্তি একটা পাত্র নাও। পাত্রের ঠিক নিচে একটা দশ পয়সারাথ। পয়সার ঠিক উপরে থাড়াথাড়ি ভাবে যদি দেথ মনে হবে পয়সাটা উপর দিকে উঠে এসেছে। জনের চৌবাচ্চা বা জনভর্তি বালতির নিচের দিকে চাইলে জনের গভীরতা কমে গিয়েছে মনে হয়।

(খ) জলের ভিতর চোথ রেথে উপরে বাতাদে রাথা জিনিদ কেমন দেখাবে? মনে কর বাতাদে A বিন্তে একটা বস্তু রেথেছ এবং জলে চোথ রেথে বস্তুটা দেখছ (চিত্র 7.10)। AO রশ্মি জলের ভিতর দিয়ে যাবে অভিনম্বের দিকে সরে গিয়ে। সেই রকম আর একটি রশ্মি AO' পথে লম্বভাবে পড়ে সোজা AO'N পথে যাবে। BO এবং NO'



हिन्न 7.10

বাড়ালে ${f A}'$ বিন্দৃতে ছেদ করবে। ${f A}'$ হচ্ছে ${f A}$ বিন্দৃর প্রতিবিম্ব জলের তল থেকে দূরে সরে গিয়েছে।

প্রতিদরণের প্রাকৃতিক দৃষ্টান্ত

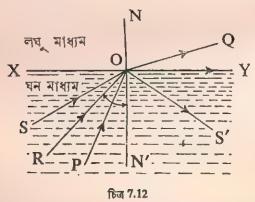
বায়ুমণ্ডলে প্রতিসরণ: ভূপৃষ্ঠে বাতাদের চাপ বেশি এবং উপর দিকে যতই ওঠা যাবে বাতাদের চাপ ততই কমবে। চাঁদ, স্থ্য বা কোন নক্ষত্র থেকে



যখন আলো আদে তথন লঘু মাধ্যম থেকে ঘন মাধ্যমে আদার জন্ম প্রতিস্ত রশ্মি বিভিন্ন স্তবে প্রতিদরণের পর অভিলম্বের দিকে সবে আদে। প্রতিস্ত বৃশ্মি যথন দর্শকের চোথে এসে পড়ে তথন সেই রশ্মিকে সরলরেথায় টানলে মূল উৎসটি সেথানে আছে মনে হয়। এই আপাত অবস্থান প্রকৃত অবস্থান থেকে কিছুটা উপরে (চিত্র 7.11)। ছবিতে ভাঙা সরল রেথার সাহাযো স্ফ্রের আপাত অবস্থান ও গোটা রেথার সাহাযো প্রকৃত অবস্থান দেখান হয়েছে। এই জন্ম স্থ্য ওঠার কিছু আগে এবং অন্ত যাওয়ার কিছু পরেও আমরা স্থ্কে দেখতে পাই।

আভ্যন্তরীণ পূর্ণ প্রতিফলন

আলোকরশ্মি যথন ঘন মাধ্যম থেকে লঘু মাধ্যমে আদে তথন প্রতিস্তত রেথা অভিলম্ব থেকে দ্বে সরে যায়। তথন প্রতিসরণ কোণ আপতন কোণ অপেক্ষা বড় হয়। মনে কর XY একটি লঘু ও ঘন মাধ্যমের বিভেদতল। PO রশ্মি বিভেদতল O বিদ্যুতে আপতিত হয়ে OQ দিকে প্রতিস্ত হল



(চিত্র 7.12)। NON বিভেদতলের উপরে O বিন্দৃতে লম্ব। ছবিতে দেখ ∠QON>∠PON ।

∠RON আপতন কোণের জন্ম প্রতিস্ত রশ্মি বিভেদতল বরাবর যায়,
অর্থাৎ প্রতিসরণ কোণ তথন 90°। আপতন কোণ যদি আরও বাড়ানো যায়
তবে রশ্মি লঘু মাধ্যমে প্রতিস্ত না হয়ে সাধারণ প্রতিফলনের নিয়ম অন্থায়ী
ঘন মাধ্যমে প্রতিফলিত হবে। ছবিতে ∠SON কোণ ∠RON কোণের
চেয়ে বড় হওয়ায় SO রশ্মি OS পথে ঘন মাধ্যমে প্রতিফলিত হয়েছে। এই
প্রতিফলনকে আভ্যন্তরীণ পূর্ণ প্রতিফলন বলে।

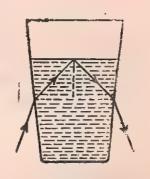
যে আপতন কোণের জ্ন্ম প্রতিদরণ কোণ 90° হয় তাকে মাধাম ছটির সংকট কোণ বলে। এথানে 🗸 RON´ সংকট কোণ। স্থতরাং আভ্যন্তরীণ পূর্ণ প্রতিফলনের জন্ম (ক) আলোর রশ্মিকে ঘন মাধাম থেকে লঘু মাধামে যেতে হবে এবং (থ) আপতন কোণ সংকট কোণের চেয়ে বড় হওয়া দরকার। আভ্যন্তরীণ পূর্ণ প্রতিফলন প্রতিসরণের একটি বিশেষ অবস্থা মাত্র।

भूर्व প্রতিফলনের দৃষ্টান্ত

(ক) একটা জলভর্তি কাচের গেলাসকে ধীরে ধীরে চোখের উপর তুললে দেখতে পাবে একটা বিশেষ উচ্চতায় জলের উপরতল চকচকে দেখাচ্ছে।

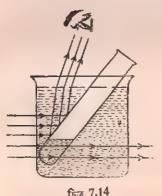
গেলাদটাকে উপর দিকে ভোলার সময় একটা বিশেষ উচ্চতায় আলোকরশ্মির আপ্তন কোণ সংকট কোণের চেয়ে বেশি হয় (চিত্র 7.13)। সেই সময় পূর্ণ প্রতি-ফলনের জন্ম জলের উপরতল চকচকে দেখায়।

(थ) এक है। वीकाद कल नां । এक है। টেন্ট টিউবকে আংশিক জগভর্তি করে বীকারের জলে তেবচা ভাবে রেখে জলের



চিত্ৰ 7.13

ভেতর দিয়ে দেখলে দেখবে টিউবের যে অংশে জল নেই দেই অংশ চকচক



চিত্ৰ 7.14

क्त्रह (छिज 7.14)। . वाहरत (धरक আলো এসে টিউবের গারে পড়ে যথন আপতন কোণ সংকট কোণের চেয়ে বড় হয় তখন পূর্ণ প্রতিফলন হয়। পূর্ব প্রতিফলন রশ্মি চোখে পড়ায় টিউবের শরীর চকচকে দেখায়।

এছাড়া পেপারওয়েটের ভিতরের वृष्ट्रक्रिक ट्रांटिश्व विरम्भ व्यवश्राम চকচকে দেখায়। একটা কালো ভূদো

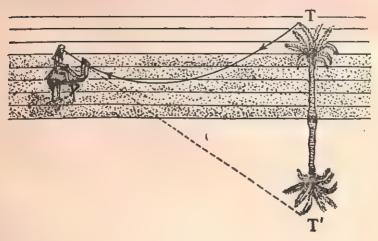
মাথা বলকে জলে ভোবালে দেখবে বলের শরীর চকচক করছে। ভূদোর

মাঝে মাঝে যে বাতাদের কণা আছে জল থেকে আলোর রশ্মি কণাগুলিতে এদে পড়লে পূর্ব প্রতিফলন হয়। পূর্ব প্রতিফলিত রশ্মি চোথে এদে পড়লে বল চকচক করে। হীরা চকচক করার কারণ পূর্ব প্রতিফলন। বাতাদের সাপেক্ষে হীরার সংকট কোণ 24°5°। যদি আলো-রশ্মি বাতাস থেকে হীরায় প্রবেশ করে তবে আপতন কোণ সংকট কোণের চেয়ে বড় হলে পূর্ব প্রতিফলিত হয়ে বার হয়ে আদে।

পূর্ণ প্রতিফলনের প্রাকৃতিক দৃষ্টান্ত

মক অঞ্চলে অনেক দ্রের গাছপালা অনেক সময় জলাশয়ে প্রতিফলিত হচ্ছে মনে হয়। শীতের দেশে কোন বস্তুর প্রতিবিশ্বকে উলটো হয়ে ঝুলতে দেখা যায়। এই দৃষ্টিভ্রমকে মরীচিকা বলে। আলোর পূর্ণ প্রতিফলনের জন্ম মরীচিকা দেখা যায়।

(ক) সক্র অঞ্চলের সরীচিকা: স্থের তাপে মরুভূমির বালি গরম হয়ে উঠলে ঠিক উপরের স্তরের বাতাদ গরম হয়ে আয়তনে বাড়ে এবং ঘনত্ব কমে। বায়ুস্তরের তাপমাত্রা উপরের দিকে ক্রমশ কমতে থাকে। মনে কর

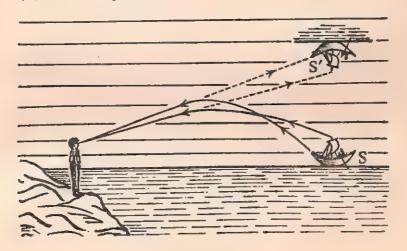


চিত্ৰ 7-15

T একটি গাছ। বালির উপরের বাতাসকে যদি ঘনত অম্যায়ী কয়েকটি স্তরে ভাগ করা যায় তবে গাছের মাধা থেকে কোন আলোকরশ্মি যথন নিচের দিকে নামবে তথন ঘন মাধ্যম থেকে লঘু মাধ্যমে প্রবেশ করবে (চিত্র 7.15)। ঘন থেকে লঘু মাধ্যমে প্রবেশ করার জন্ত প্রতিসরণ কোণ আপতন কোণের চেয়ে বড় হবে। আলো-বশ্মি ঘতই নিচের দিকে নামবে, প্রতিসরণ কোণ ততই বাড়তে থাকবে। আলো-বশ্মি যথন এমন কোনও স্তরে এসে পৌছবে যেথানে আপতন কোণ সংকট কোণের চেয়ে বড় সেখানে রশ্মিটি প্রতিফত না হয়ে সেই স্তরেই পূর্ণ প্রতিফলিত হবে। এইবার আলো-বশ্মি ক্রমশ উপর দিকে উঠতে থাকবে অর্থাৎ লঘু থেকে ঘন মাধ্যমে যাবে ও প্রতিফত রশ্মি অভিলম্বের দিকে সরে র্যাবে। এই ভাবে উপর দিকে উঠতে শেষে মাহ্মেরে চোথে এসে পড়বে। মনে হবে যেন রশ্মিটি T বিন্দুর থেকে আসছে। T বিন্দুরি T বিন্দুর প্রতিবিয়।

তাপমাত্রার ক্রত পরিবর্তনের জগ্য বিভিন্ন স্তরের ঘনত্ব ও প্রতিসরাঙ্ক ক্রত পরিবর্তিত হয়। এই পরিবর্তনের জগ্য জলে বিম্ব যেমন কাঁপে সেইভাবে প্রতিবিম্বটি কাঁপছে মনে হয়। ফলে গাছের পাশে জল আছে ভ্রম হয়।

(খ) শীতের দেশের মরী চিকা: শীতের দেশে বাতাদের ঘনও উপর দিকে কম। ফলে দূরের কোন বস্থ থেকে আলোর রশ্মি যথন উপর দিকে যায়



চিত্ৰ 7.16

তথন ঘন মাধ্যম থেকে লঘু মাধ্যমে যাওয়ায় প্রতিস্ত বশ্মি অভিলম্ব থেকে দ্বে দরে যায় এবং প্রতিদরণ কোণ আপতন কোণের চেয়ে বড় হয়। এইভাবে ক্রমশ উপর দিকে ওঠার পর কোন স্তরে আপতন কোণ সংকট কোণের চেয়ে বড় হলে পূর্ণ প্রতিফলন হয়। এই স্তরের পর আলো-রশ্মি নিচের দিকে নামতে থাকে এবং প্রতিষ্ঠত রশ্মি অভিলম্বের দিকে সরতে থাকে। শোষে যথন কোন লোকের চোথে এসে পড়ে তথন মনে হয় রশ্মিটি S' বিন্দু থেকে আসছে। S' বিন্দু S বিন্দুর প্রতিবিম্ব (চিত্র 7.16)। বস্তুটি উলটো হয়ে আকাশে ঝুলছে মনে হয়।

লেজ

লেন্দের ব্যবহার বছ যুগ আগে থেকে প্রচলিত আছে। এক ধরনের লেন্দের প্রচলিত নাম আতশী কাচ। লিউয়েন হোক নামে একজন বৈজ্ঞানিককে লেন্দের ব্যবহার করতে দেখে গ্যালিলিও লেন্দের ব্যবহার শিখে নেন। তিনি 1618 খ্রীন্টান্দে এই লেন্দ দিয়ে দ্রবীন তৈরি করেন ও পরে বৃহস্পতির উপগ্রহ, চাঁদের পিঠ, শনির বলয় প্রভৃতি গ্রহ-উপগ্রহগুলি প্রবেক্ষণ করেন। শোনা যায় আতশী কাচের সাহায্যে কাগজ পুড়িয়ে সময় দেখার ব্যবহারও সেয়গে প্রচলিত ছিল। বর্তমান কালে চশমা, ক্যামেরা, অণুবীক্ষণ, দ্রবীক্ষণ প্রভৃতি নানারকম যত্ত্বে লেন্দ্ ব্যবহার করা হয়ে থাকে।

বিভিন্ন প্রকারের লেজ

কোন স্বচ্ছ প্রতিদারক মাধামকে যদি ছটো গোলাকার তল অথবা একটা গোলাকার ও অন্থ একটা দমতল দিয়ে দীমাবদ্ধ করা যায় তবে দেই



চিত্ৰ 7.17

মাধ্যমকে লেন্স বলে। লেন্সকে সাধারণত

হ শ্রেণীতে ভাগ করা যায়—(ক) উত্তল

বা কনভেল্প লেন্স ও (খ) অবতল বা

কনকেভ লেন্স। উত্তল লেন্সের

মাঝখান মোটা ও হুই প্রান্ত সকু এবং

অবতল লেন্সের মাঝখান সকু ও হুই

প্রাস্ত মোটা (চিত্র 7.17)। লেন্স কাচ, প্লাঙ্কিক, কোয়ার্টজ ইত্যাদি দিয়ে তৈরি হতে পারে। কাচের লেন্সই বেশি ব্যবহার করা হয়ে থাকে।

সমান্তরাল আলো-বশ্মি উত্তল লেন্দে এদে পড়লে প্রথমে একটি বিন্তে এদে কেন্দ্রীভূত হয় ও তারপর অপদায়ী আলো বশ্মির মত ছড়িয়ে পড়ে। উত্তল লেন্স পূর্যের আলোয় ধরে কাগজ পোড়াতে তোমরাও দেখে থাকবে।
উত্তল লেন্সকে অভিসারী লেন্সও বলা হয়। অবতল লেন্সে আলোর সমান্তরাল
রিশিগুচ্ছ প্রতিস্তত হবার পর মনে হয় একটি বিন্দু থেকে যেন অপস্তত হচ্ছে।
এইজন্য অবতল লেন্সকে অপায়রী লেন্স বলে।

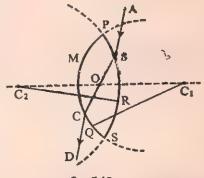
লেন্সের সংজ্ঞা

ৰফেতা কেন্দ্ৰ ও বক্ততা ব্যাসাধ: লেন্সের ছদিক যদি গোলাকার হয় তবে প্রত্যেক দিকই একটি নির্দিষ্ট গোলকের অস (7.18 চিত্র)। গোলক

তৃটি ফুটকি দিয়ে দেখান হয়েছে।
মনে কর MQS গোলকের কেন্দ্র

С1 এবং PRS গোলকের কেন্দ্র

С2। С1 ও С2 বিন্দুকে বজ্ঞতা
কেন্দ্র বলে। যদি কোন তল
সমতল হয় তাহলে তার বজ্ঞতা
কেন্দ্র দেখা যাবে না। বলা যেতে
পারে যে দেই তলের বজ্ঞতা কেন্দ্র



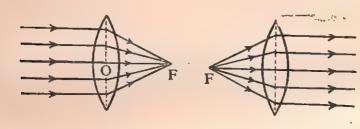
চিত্ৰ 7.18

লেন্দের কোন তল যে গোলকের অংশ সেই গোলকের ব্যাদার্থকে লেন্দের ব্যাদার্থ কলে। C_1Q ও C_2R রেখা ছটি যথাক্রমে ছই তলের বক্রতা-ব্যাদার্থ। সমতলের বক্রতা-ব্যাদার্থ অদীম।

প্রধান অক্ষ: কোন লেন্সের গোলাকার তল ছটোর বক্তা-কেন্দ্র যোগ করলে যে সরলরেথা পাওয়া যায় তাকে লেন্সটির প্রধান অক্ষ বলে। C_1C_2 সরলরেথা প্রধান অক্ষ। লেন্সের একটি তল সমতল হলে বক্ততলের বক্ততা-কেন্দ্র থেকে সমতলের উপর লম্ব টানলে যে রেথা পাওয়া যায় সেটিই এই লেন্সের প্রধান অক্ষ।

আলোক কেন্দ্র: লেন্সে আলোকরণ্মি পড়লে যদি আপতিত রশ্মিও নির্গত
রশ্মি পরস্পরের সমাস্তরাল হয় তবে লেন্সের ভিতরের প্রতিহত রশ্মি প্রধান
অক্ষকে যে বিন্দৃতে ছেদ করে তাকে আলোক কেন্দ্র বলে। মনে কর AB রশ্মি
লেন্সের B বিন্দৃতে আপতিত হওয়ার পর BC পথে প্রতিহত হয়ে CD পথে

লেন্দ থেকে বাইরে এসেছে (চিত্র 7.18)। এক্ষেত্রে আপতিত রশ্মি AB ও নির্গত রশ্মি CD পরস্পর সমান্তরাল। প্রতিস্থত রশ্মি BC প্রধান অক্ষ C_1C_2 কে O বিন্তে ছেদ করেছে। O হল এই লেন্দের আলোক-কেন্দ্র। যদি লেন্দের উভয় ভলের গোলাক্বতি সমান হয় তবে আলোক-কেন্দ্র লেন্দের কেন্দ্রে থাকবে। চিত্রে AB ও CD সমান্তরাল হলেও নির্গত রশ্মি, আপতিত রশ্মি থেকে থানিকটা সরে গিয়েছে। কিন্তু সক লেন্দের বেলায় এই বিচ্যুতি থুব কম হওয়ায় আপতিত রশ্মি আলোক-কেন্দ্রের ভিতর দিয়ে সোজান্মজি বেরিয়ে যায়। কোকাস ও কোকাস-দূরত্ব: কোন সমান্তরাল রশ্মিগুচ্ছ উত্তল লেন্দে



চিত্ৰ 7.19

চিত্ৰ 7.20

কেন্দ্রীভূত হয়। এই বিন্দুটিকে ঐ লেন্সের ফোকাদ বলে। উত্তন লেন্সের ফোকাদ 7.19 চিত্রে F বিন্দুতে অবস্থিত দেখানো হয়েছে।

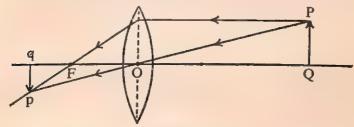
উত্তল লেন্সের প্রধান অক্ষের উপর কোন বিন্দু থেকে আলোর রশিগুচ্ছ অপসত হয়ে লেন্সে প্রতিসরণের পর যদি প্রধান অক্ষের সমান্তরাল হয়ে অগ্র পাশ দিয়ে বেরিয়ে যায় ভবে এই বিন্দৃটিকেও উত্তল লেন্সের ফোকাদ বলে। 7.20 চিত্রে দেখানো F বিন্দু উত্তল লেন্সের ফোকাদ।

কোন লেন্সের ফোকাস থেকে আলোকবিন্দুর দূরত্বকে ফোকাস দূরত্ব বলে। 7.19 চিত্রে OF দূরত্ব ফোকাস দূরত্ব। কোন লেন্সের ফোকাস দূরত্ব ি অক্ষর দিয়ে প্রকাশ করা হয়।

লেন্সের প্রতিবিশ্ব

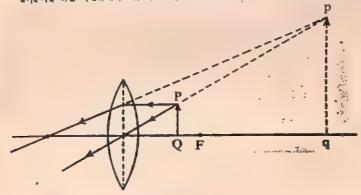
আলোক বশ্মি কোন মাধ্যমে প্রতিস্ত হলে প্রতিবিদ স্ষ্টি করে। লেন্স প্রতিসারক বন্ধ, স্করাং নেন্সও প্রতিবিদ্ধ স্ষ্টি করতে পারে। কোন লেন্সের ফোকাস-দূরত্ব এবং বন্তর আরুতি ও অবস্থান জানা থাকলে কিভাবে প্রতিবিশ্বের আরুতি ও অবস্থান জানা যেতে পারে দেখ।

উদ্ভল লেকা: মনে কর PQ বস্ত একটা উভোত্তল লেকের দামনে আছে। OF লেকের ফোকাস দ্রত্ব (চিত্র 7.21)। P বিন্দু থেকে কোন রশ্মি প্রধান অক্ষের দমান্তরাল হয়ে লেকে প্রতিসরণের পর অন্ত পাশের ফোকাসের মধ্যে দিয়ে গেল। PO রশ্মি আলোক-কেন্দ্রের ভিতর দিয়ে সোজা যায়। এই তুটো রশ্মি p বিন্দুতে ছেদ করে। p বিন্দু P বিন্দুর প্রতিবিম্ব। Q



हिन्तु 7.21

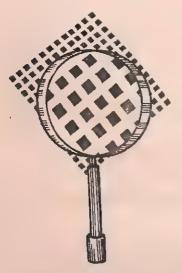
বিন্দু থেকে কোন বশ্মি লেন্সের মধ্য দিয়ে সোজা অক্ত দিক দিয়ে বেরিয়ে যায়। এখন pq, PQ-এব প্রতিবিদ্ধ। এই প্রতিবিদ্ধের অবস্থিতি আছে বলে একে পর্দায় ধরা যাবে। এই জাতীয় প্রতিবিদ্ধিট সং, উলটো এবং আকারে ছোট হয়। লেন্সের জন্ম বস্তুর যে প্রতিবিদ্ধাহয় তার আকৃতি নির্ভর করে বস্তুর অবস্থানের



किंव 7.22

উপর। প্রতিবিষের দৈর্ঘ্য ও বস্তুর দৈর্ঘ্যের অনুপাতকে **রৈখিক বিবর্ধ**ন বলে। $\frac{pq}{PO}$ ।

বন্ধ যথন উত্তল লেন্দের ফোকাস দূরত্বের মধ্যে থাকে জ্যামিতির সাহায্যে



চিত্ৰ 7.23

প্রতিবিধ্ব আঁকলে দেখা যাবে সেটি অসং, সোজা এবং আকারে বড় (চিত্র 7.22)। যে কোন উত্তল লেক্ষের এক পাশে যে কোন একটি বস্তু রেথে অন্থ পাশের কাছে চোথ নিয়ে দেখলে আকারে বড় অসম্বিধ্ব দেখা যায় (চিত্র 7.23)। এই জন্ম উত্তল লেক্ষকে বিবর্ধক কাচ বা অনেক সময় সহজ অণুবীক্ষণ যন্ত্র বলা হয়। উত্তল লেক্ষ দিয়ে ক্যামেরা, অণুবীক্ষণ, দ্রবীক্ষণ ও নানা ধরনের যন্ত্রপাতি তৈরি হয়।

লেন্দের পাওয়ার: চশমার জন্ত যে লেন্দ বাবহার হয় তার নানা রকম

পাওয়ারের কথা শোনা যায়। কোনটি আবার প্লাদ, কোনটি মাইনাদ। উত্তল লেন্দের ক্ষেত্রে প্লাদ এবং অবতদ লেন্দের জন্ত মাইনাদ বলাই প্রচলিত বীতি। এবং

লেন্দের পাওয়ার=
$$\frac{1}{ মিটারে ফোকাস দূরত্ব }$$
 $\frac{100}{ সেণ্টিমিটারে ফোকাস দূরত্ব }$

চশমার পাওয়ার + 4 এর অর্থ লেসটি উত্তর এবং তার ফোকাস দ্বত্ব 25 cm ।!

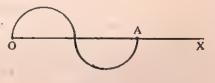
আলো ওশক্তি

আলো এক ধরনের শক্তি। অন্তান্ত শক্তির মত আলোও অন্ত শক্তিতে রুপান্তরিত হতে পারে। তুটো পাধুর ঘ্রবলে বা একটা পাধুরে লোহা দিয়ে আঘাত করেলে আগুন দেখা যায়। ছুরি, কাঁচি শানু দেওয়ার সময় যুরস্ত পাধুর থেকে আলোর ফুলকি বেরিয়ে আসতে তোমরা অনেত্রই দেখে থাক্বে। একটা মোমবাতি জালালে বা আাসিটিলিন গ্যাস পোড়ালে রাদায়নিক শক্তি থেকে আলোক শক্তি পাওয়া যায়। আলোকচিত্রের ফলকে আলো পড়ে রাসায়নিক শক্তিতে পরিণত হয়। ইলেকট্রিক আলোর বাল্বে বিদ্যুৎশক্তি আলোক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। কয়েক শ্রেণীর ধাতৃ আছে যেমন পট্যাদিয়ম, সিদ্ধিয়ম ইত্যাদি যাদের উপরে আলো পড়লে ইলেকট্রন বেরিয়ে আদে। আলোর স্পর্শে এই সব ধাতৃর ব্যবহার কাঙ্কে লাগিয়ে ফোটোইলেকট্রিক সেল বা আলোক-তড়িৎ-কোষে বিদ্যুৎপ্রবাহের স্বষ্টি হয়। আধুনিক বিভিন্ন যন্ত্রপাতিতে আলোক-তড়িৎ-কোষের ব্যবহার হয়ে থাকে। খ্র সামান্ত হলেও আলো চাপ স্বষ্টি করতে পারে। 1900 খ্রীস্টাব্দে লেবেডিউ এই তথ্য প্রমাণ করেন। 1918 খ্রীস্টাব্দে মেঘনাদ সাহা আলোর চাপ মেপে দেখান। এই চাপ প্রায় 4×10^{-4} dyne-এর সমান।

আলোর সঞ্চরণ ও বেগ

স্থের কাছ থেকে আমরা আলো পাই। স্থেঁর কাছ থেকে এই শক্তি কি ভাবে আমাদের কাছে আদে? এই প্রশ্নের প্রথম উত্তর দেবার চেষ্টা

করেন একজন ওলন্দাজ ।
বৈজ্ঞানিক এটিয়ান হয়গেনদ
(1629-9.5)। তিনি বলেন
এই শক্তি আন্দে তরঙ্গ মাধ্যমে।
এই ধারণা তাঁর প্রথম হয়



· 16th 7.24

জনের তরক লক্ষ্য করে। জনে যথন কোন ঢিল ফেলা হয় তথন ঢিলের শক্তি তরকের সৃষ্টি করে এবং দেই শক্তি তরক মাধ্যমে চারিদিকে ছড়িয়ে পড়ে। ভর্মু আলো নয়, সূর্য থেকে অস্থান্য বিকিরণ শক্তিও তরক মাধ্যমে পৃথিবীতে আলো, এই দব বিকিরণ শক্তি হচ্ছে রেজিও তরক, অবলোহিত আলো, দৃশ্য আলো, অতি বেগুনি আলো, এক্দ রিমা, গামা রিমা প্রভৃতি। এই দব বিকিরণ শক্তির সাধারণ নাম তড়িচ্চুমকীয় তরক। এদের মধ্যের প্রার্থকা এদের তরকের দৈর্ঘা। তরকদৈর্ঘা কাকে বলে একটি পূর্ণ তরকের দৈর্ঘাকে তরকের দৈর্ঘা বলে। 7.24 চিত্রে OA দৈর্ঘা হচ্ছে তরকদৈর্ঘা। ছবি দেখে নিশ্চয় বৃশ্বতে পারছ তরক OX পথে দক্ষারিত হচ্ছে। অর্থাৎ তরকভালি ক্রমাগত পুনরার্তিক পর OX পথে এগিয়ে মাছে। প্রতি সেকেণ্ডে যতগুলি মোট তরক হতে পারে

বস্তু যথন উত্তল লেন্দের ফোকাস দূরত্বের মধ্যে থাকে জ্যামিতির সাহায্যে



চিত্ৰ 7.23

প্রতিবিশ্ব আঁকলে দেখা যাবে সেটি অসং, সোজা এবং আকারে বড় (চিত্র 7.22)। যে কোন উত্তল লেন্সের এক পাশে যে কোন একটি বস্তু রেথে অক্ত পাশের কাছে চোথ নিয়ে দেখলে আকারে বড় অসম্বিদ্ধ দেখা যায় (চিত্র 7.23)। এই জন্ত উত্তল লেন্সকে বিশ্বর্ধক কাচ বা অনেক সময় সহজ অপুবীক্ষণ যন্ত্র বলা হয়। উত্তল লেন্স দিয়ে ক্যামেরা, অপুবীক্ষণ, দূরবীক্ষণ ও নানা ধরনের যন্ত্রপাতি তৈরি হয়।

লেন্দের পাওমার: চশমার জন্ত যে লেন্দ ব্যবহার হয় তার নানা বকম

পাওয়ারের কথা শোনা যায়। কোনটি আবার প্লাদ, কোনটি মাইনাদ। উত্তল লেন্দের ক্ষেত্রে প্লাদ এবং অবতল লেন্দের জন্ম মাইনাদ বলাই প্রচলিত বীতি। এবং

লেন্দের পাওয়ার=
$$\dfrac{I}{মিটারে ফোকাস দ্রত্ব$$
 ,
$${
m weat} = \dfrac{100}{{
m chiling}}$$

চশমার পাওয়ার + 4 এর অর্থ লেসটি উত্তর এবং তার ফোকাস দূরত্ব 25 cm ।

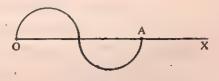
আলো ও শক্তি

আলো এক ধরনের শক্তি। অন্তান্ত শক্তির মত আলোও অন্ত শক্তিতে রূপান্তবিত হতে পারে। ছটো পাথুর মধলে বা একটা পাথুরে লোহা দিয়ে আয়াত করলে আগুন দেখা যায়। ছবি, কাঁচি শানু দেওয়ার সময় ঘুরুন্ত পাথুর থেকে আলোর ফুলকি বেরিয়ে আসতে তোমরা অনেকেই দেখে থাক্বে। একটা মোমবাতি জালালে বা অ্যাসিটিলিন গ্যাস পোড়ালে রাদায়নিক শক্তি থেকে আলোক শক্তি পাওয়া যায়। আলোকচিত্রের ফলকে আলো পড়ে রাসায়নিক শক্তিতে পরিণত হয়। ইলেকট্রিক আলোর বাল্বে বিদ্যুৎশক্তি আলোক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। কয়েক শ্রেণীর ধাতৃ আছে যেমন পট্যাদিয়ম, দিজিয়ম ইত্যাদি যাদের উপরে আলো পড়লে ইলেকট্রন বেরিয়ে আদে। আলোর স্পর্শে এই সব ধাতৃর ব্যবহার কাজে লাগিয়ে ফোটোইলেকট্রিক সেল বা আলোক-ভড়িৎ-কোষে বিদ্যুৎপ্রবাহের স্পষ্ট হয়। আধুনিক বিভিন্ন যম্বপাতিতে আলোক-ভড়িৎকোষের ব্যবহার হয়ে থাকে। খুব সামান্য হলেও আলোচ চাপ স্পষ্টি করতে পারে। 1900 খ্রীস্টাব্দে লেবেডিউ এই তথা প্রমাণ করেন। 1918 খ্রীস্টাব্দে মেঘনাদ সাহা আলোর চাপ মেপে দেখান। এই চাপ প্রায় 4×10-4 dyne-এর সমান।

আলোর সঞ্চরণ ও বেগ

স্থের কাছ থেকে আমরা আলো পাই। স্থেঁর কাছ থেকে এই শক্তি কি ভাবে আমাদের কাছে আদে? এই প্রশ্নের প্রথম উত্তর দেবার চেষ্টা

করেন একজন ওলনাজ
বৈজ্ঞানিক এটিয়ান হয়গেনদ
(1629-95)। তিনি বলেন
এই শক্তি আদে তরঙ্গ মাধ্যমে।
এই ধারণা তাঁর প্রথম হয়



্টির 7.24

জনের তরক লক্ষা করে। জলে যথন কোন ঢিল ফেলা হয় তথন ঢিলের শক্তি তরকের সৃষ্টি করে এবং দেই শক্তি তরক মাধ্যমে চারিদিকে ছড়িয়ে পড়ে। তর্ম করে সৃষ্টি করে এবং দেই শক্তি তরক মাধ্যমে চারিদিকে ছড়িয়ে পড়ে। তর্ম আলো নয়, তুর্য থেকে অভাভা বিকিরণ শক্তিও তরক, অবলোহিত আলো, দৃশ্য আলো, অতি বেগুনি আলো, এক্স রশ্মি, গামা রশ্মি প্রভৃতি। এই সব বিকিরণ শক্তির সাধারণ নাম তড়িচ্চু ঘকীয় তরক। এদের মধ্যের পার্থকা এদের তর্মের দৈর্ঘা। তরক্ষণৈর্ঘা কাকে বলে ওকটি পূর্ণ তরকের দৈর্ঘাকে তরক্ষণির্ঘা বলে। 7.24 চিত্রে তরি দৈর্ঘা হচ্ছে তরক্ষদের্ঘা। ছবি দেখে নিশ্চয় বৃষ্টে পর্যান্ত তরক্ষ তরক তর্ম করে প্রথান কর্মানিত হচ্ছে। অর্থাৎ তরক্ষণ্ডানি ক্রমানত প্রার্থিক পর তর্ম পথে এগিয়ে যাছে। প্রতি সেকেন্ডে যতগুলি ক্রমানত প্রার্থিক পর ত্যা

মেই সংখ্যাকে কম্পাক্ষ বা ফ্রিকোয়েন্সি বলে। ধর c যদি আলোর বেগ, ν যদি কম্পান্ধ ও λ যদি তরস্কদৈর্ঘ্য হয় তবে সংজ্ঞা অনুযায়ী $c=\nu\lambda$ ।

স্থতরাং আলোর বেগ যথন নির্দিষ্ট তথন কম্পান্থ বাড়লে তরঙ্গদৈর্ঘ্য কমবে এবং কম্পান্ধ কমলে তরঙ্গদৈর্ঘ্য বাড়বে। তড়িচ্চুম্বনীয় তরঙ্গের কম্পান্থ বা তরঙ্গদৈর্ঘ্য অমুযায়ী বিকিরণ শক্তির শ্রেণীবিক্যান হয়ে থাকে। দৃশ্য আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য 4000 Å থেকে 7500Åর মধ্যে। সাধারণত তরঙ্গদৈর্ঘ্য অ্যাংক্তম এককে প্রকাশ করা হয়। এই এককের প্রতীক Å। 1Å=10-10 m।

আলোর বেগ মাপার প্রথম চেষ্টা করেন গ্যালিলিও। কিন্তু তথন সময়ের স্কুল্ল ব্যবধান মাপার কোন পদ্ধতি না থাকায় তাঁকে চেষ্টা ছেড়ে দিতে হয়। 1775 প্রীস্টান্দে ওলাফ রোমার নামে একজন বিজ্ঞানী প্রথম আলোর গতিবেগ মাপেন। তিনি বৃহম্পতির একটি উপগ্রহের গ্রহণ লক্ষ্য করতে থাকেন। পৃথিবী যথন বৃহম্পতির দব থেকে কাছে এবং দব থেকে দ্রে, এই তুই অবস্থায় উপগ্রহটির গ্রহণ লাগার সময়ের ব্যবধান মাপেন। পৃথিবীর কক্ষণথের গড় ব্যাস জানা আছে। এই দ্রম্বেক ঐ সময় দিয়ে ভাগ করে রোমার আলোর গতিবেগ বার করেন প্রতি দেকেও 1,86,000 মাইল অর্থাৎ 2.98 × 108 m ।

1926 ঐন্টাব্দে মাইকেলগন নামে আর একজন বিজ্ঞানী প্রায় 35 km সুরে ছটো ঘূর্ণ্যমান আয়নার নাহায়ে আলোর বেগ মাপেন। শুক্তে অলোর বেগ প্রায় 3.0×10^8 m/s। ঘন মাধ্যমে আলোর বেগ কমে। ছব্দে আলোর বেগ 2.75×10^8 m/s।

স্তরাং দেখতে পাচ্ছ আলোক শক্তি তরঙ্গের আকারে এক স্থান থেকে অক্ত স্থানে নির্দিষ্ট বেগে যেতে পারে। সূর্য থেকে পৃথিবীতে আলো আসতে মাত্র আট মিনিট সময় লাগে। বায়ুশ্ন্ত স্থানেও আলো তরঙ্গ আকারে যায়। আইনস্টাইনের তথ্ব অস্পারে কোন কিছুই শৃক্তে আলোর বেগের চেয়ে বেশি বেগে যেতে পারে না।

আলোর বিচ্ছুরণ

আকাশে রামধম নিশ্চরই দেখেছ। বর্ষাকালে আকাশের গায়ে স্র্বের বিপরীত দিকে চাইলে অনেক সময় ধমুকের মত বাঁকা সাডটি রং দেখতে পাবে। স্থাবির আলো ভেঙে সাডটি রঙের স্কৃষ্টি হয়েছে। জলের উপর তেলের পাতলা ভর যথন ভাসে তথন সেদিকে চাইলেও সাডটি রঙ দেখতে পাওয়া যায়। সাবানের

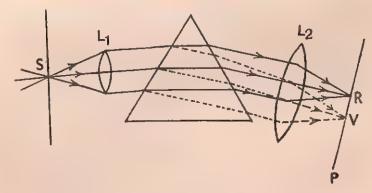


ফেনায়, মৌমাছি বা ফড়িং-এর পাথায়, মৃক্তোর উপরের স্করে, মাছের আঁশেও স্থের আলা পড়লে একাধিক রঙ দেখা যায়। গ্রাম অঞ্চলে প্রাচীন জমিদার বাড়ির ঝাড় লঠনে এক ধরনের ত্রিকোণাকৃতি কাচ দেখতে পাওয়া যায়। এই কাচকে প্রিজম বলে। পরীক্ষাগারে যে প্রিজম ব্যবহার করা হয় দেটা অনেকটা এই রকম দেখতে। যদি কোন দাদা আলো প্রিজমের কোন এক তলে এদে পড়ে তবে অন্ত তল থেকে নির্গত হয়ে দাতিট রঙের স্পষ্ট করে।

প্রিজমে প্রতিসরণের ফলে সাদা রঙ ভেঙে সাতটি মূল রঙ পাওয়ার প্রণালীকে বলে বিচ্ছুরণ বা ডিদপারশন। সাতটি রঙের আলোক পটিকে বলা হয় বর্ণালী বা স্পেকট্রাম।

পরীক্ষাগারে বর্ণালী স্থষ্টি

কোন উৎস থেকে সাদা আলোর সমান্তবাল বশ্বি ছবিতে চিহ্নিত পথে প্রিল্পমে পড়লে প্রতিসরিত রশ্বি প্রিল্পমের ভিতর দিরে অপর তলে দিতীয়বার প্রতিসরিত হয়ে যথন P পর্দার উপর পৌছোয় তথন সাদা আলো পর পর সাতটি রঙে পাশাপাশি ছড়িয়ে পড়ে। শুদ্ধ বর্ণালী পেতে হলেআলোর উৎস Sএর পর একটি উত্তল লেন্দ D_{\star} রেথে রশ্বি সমান্তবাল করতে হয় এবং প্রিল্পমের অন্ত পাশে আর একটি উত্তল লেন্দ D_{\star} রেথে লেন্দের ফোকাস দ্রুত্বে পর্দা রাথলে ভিন্ন



চিত্ৰ 7.25

ভিন্ন বঙগুলি ঠিকমত আলাদা ও স্পষ্ট হয় (চিত্র 7.25)। বর্ণালী লক্ষ্য করলে দেখবে প্রতিটি আলো-বশ্মি প্রিক্ষমের ভূমির দিকে বেঁকেছে। বেগুনি আলো

সবচেয়ে বেশি বেঁকেছে এবং লাল আলো সবচেয়ে কম। মাঝের রঙগুলো লাল ও নীলের মধ্যে বেঁকেছে। রঙগুলি কি পরিমাণে বাঁকবে অর্থাৎ তাদের চ্যুতি কত হবে তা নির্ভর করে প্রিঞ্জমের প্রতিসরান্ধ ও আলোর রঙের উপর। প্রতিসরণের দ্বিতীয় হত্র পড়ার সময় তোমরা এ তথ্য জেনেছ। বেগুনি রঙের চ্যুতি সবচেয়ে বেশি এবং তার প্রতিসরান্ধ সবচেয়ে কম। লালের চ্যুতি সবচেয়ে কম, প্রতিসরান্ধ সবচেয়ে বেশি। পরীক্ষাগারে বর্ণালী লক্ষ্য করলে দেখবে বর্ণালীর পটিতে লাল রঙ উপরে থাকে কারণ তার চ্যুতি কম এবং বেগুনি রঙ সবচেয়ে নিচে থাকে কারণ তার চ্যুতি সবচেয়ে বেশি।

1666 খ্রীস্টান্দে নিউটন প্রথম সাদা আলো ভেঙে সাভটি রঙ হতে দেখেন। কেছি জ সহরে তাঁর বাড়ির জানালার খড়থড়ি দিয়ে অন্ধকার ঘরে আলো এসে পড়লে তিনি একটি প্রিজমের ভিতর দিয়ে আলো–রন্মি পার্টিয়ে পাতটি রঙ করেন। তিনি এই শিলাস্তে আদেন যে সাদা রঙ কোন রঙ নয়, সাভটি মূল রঙের সমষ্টি। এই মূল রঙের আলোকে বলে মৌলিক একবর্ণ রিশ্মি বা মনোক্রোমেটিক রে।

এই সাতি বঙ হল—বেগুনি (ভামোলেট), সম্ত্র নাল (ইণ্ডিগো), আকানী নাল (রু), সবুদ্ধ (গ্রীন), হলুদ (ইয়েলো), কমলা (অরেঞ্জ) ও লাল (রেড)। মনে রাথার জন্ম প্রতিটি রঙের ইংরেজী প্রতিশব্দের আদ্ম অক্ষর নিলে কথাটি দাঁড়ায় VIBGYOR। বাংলায়ে প্রথম অক্ষরগুলো পর পর সাজালে শোনায় 'বেনীআসহকলা'।

রামধন্য

মেঘলা দিনে আকাশের জল-কণার উপর রোদ পড়লে আলোর বিজুরণে বর্ণালীর স্পষ্ট হয়। এই বর্ণালীই রামধন্ত। রামধন্ত অর্ধবৃত্তের আকারে দেখা যায়। বৃষ্টি হওয়ার পরে অথবা আকাশে গুঁড়িগুঁড়ি বৃষ্টি হচ্ছে এবং স্থাও আছে এই রকম অবস্থায় সূর্যের দিকে পিছন ফিরে আকাশের দিকে চাইলে অনেক সময় রামধন্ত দেখা যায়।

জলপ্রপাত থেকে উপরে ছিটকে আদা জলের কণায় আলোর বিচ্ছুরণে রামধত্ব দেথা যায়। এক মৃথ জল নিয়ে রোদের দিকে ফুঁ দিয়ে ক্রত ছড়িয়ে দিলে জলকণাগুলোর মধ্যে রামধন্ত্ব মত দেখা যায়। তোমরা নিজেরাও পরীক্ষা করে দেখতে পার সত্যি সত্যি দেখা যায় কিনা। রামধন্থ কেন দেখা যায় বড় হয়ে তোমরা পরে পড়বে।

বিচ্ছুরণের কারণ

আলোর প্রতিটি রঙের একটি নির্দিষ্ট তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য আছে। বর্ণালীতে যে সাতটি রঙ তোমরা দেখেছ অ্যাংস্ট্রম এককে তাদের তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য হল: বেগুনি (4000—4500), সমুদ্র নীল (4500—4600), আকাশী নীল (4600—5000), সবুজ (5000—5820), হলুদ (5820—5900), কমলা (5900—6200), লাল (6200—7500)।

নাদা আলো হল ভিন্ন তরক্স-দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট এই দাতটি রঙের মিশ্রণ। যথন কোন প্রিজমের ভিতর দিয়ে আলো-রশ্মি যায় তথন এই সাতটি তরক্ষ পৃথক হয়ে পড়ে। দাদা আলোর মিশ্রণ থেকে বিভিন্ন মূল রঙগুলির তরক্ষের পৃথকীকরণকে আলোর বিচ্ছুরণ বলে।

আলোর প্রতিদরণ নির্ভর করে দংশিষ্ট মাধ্যম ছটির উপর এবং আলোর রঙ্কের উপর। দেইজন্ম প্রিজমের ভিতর বিভিন্ন তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের আলো যথন এদে পড়ে তথন প্রতিদরণের জন্ম তাদের চ্যুতি এক না হওয়ায় তারা একে অন্তের কাছ থেকে পৃথক হয়ে পড়ে ও বিচ্ছুরিত হয়।

আলোক-তরঙ্গের বিচ্ছুরণের কারণ তোমরা পড়লে। বাতামে অসংখ্য ধূলিকণা আছে। স্থের আলো যথন এই কণাগুলির উপর এমে পড়ে তথন চারদিকে ছড়িয়ে পড়ে। স্বচ্ছ বস্তুর অথবা তরলের ভিতর দিয়ে আলো গেলেও চারদিকে ছড়িয়ে পড়ে। এই ঘটনাকে বলে আলোর বিক্ষেপণ। বিক্ষেপণের ফলে আলোর তরঙ্গেদৈর্ঘ্য পরিবর্তিত হয়। ভারতীয় বৈজ্ঞানিক দি. ভি. রামন বিক্ষেপণের উপর গবেষণা করে 1930 সালে নোবেল পুরস্কার পান। রামন ও তাঁর আবিষ্কারের কথা বড় হয়ে তোমরা পড়বে।

বস্তুর রঙ

কোন বস্তব বঙ নির্ভব করে বস্থ নিজে রঙিন হলে অথবা তার উপর রঙিন আলো পড়লে। কোন অনচ্ছ বস্তব উপর দাদা আলো আপত্তিত হলে বস্তু দাদা আলোর এক বা একাধিক রঙ শোষণ করে এবং বাকি রঙগুলিকে প্রতিফলিত করে। যেমন ধর, গাছের পাতা দেখতে সবুজ। পাতার উপরে যথন সাদা আলো এসে পড়ে তথন পাতাটি সাদা আলোর সবুজ রও ছাড়া অন্ত সব রঙকে শোষণ করে এবং সবুজ রঙ পাতার গায়ে প্রতিফলিত হয়ে আমাদের চোথে এসে পড়লে সবুজ মনে হয়। সেই রকম একই কারণে লাল বস্তকে লাল, হল্দ বস্তকে হল্দ দেখাবে। কোন বস্ত সব কয়টি রঙকে প্রতিফলিত করলে সাদা এবং সব কয়টি রঙকে শোষণ করলে কালো দেখায়। সাদা বা কালো কোন রঙ নয়।

আবার স্বচ্ছ বস্তর ভিতর দিয়ে সাদা আলো গেলে বস্তুটি কোন একটি রঙ
ছাড়া অন্ত সব কয়টি রঙ শোষণ করলে বস্তুটির রঙ নির্গত রশ্মির রঙের মত
দেখাবে। যেমন ধর, একটি লাল ,কাচ। এর ভিতর দিয়ে সাদা আলো
যাবার সময় লাল রঙ ছাড়া অন্তগুলি শোষিত হয়। লাল রঙ কাচের ভিতর
দিয়ে শোষিত না হয়ে বেরিয়ে যায়। সেজন্য কাচটাকে লাল দেখায়।

একটা সবুজ কাচের ভিতর দিয়ে যদি লাল জবা ফুল দেখ তবে কেমন দেখাবে ? ফুলটা কালো দেখাবে। কারণ জবা ফুল লাল রঙ প্রতিকলিত করে আর সবুজ কাচ সবুজ রঙ ছাড়া সব রঙকে শোষণ করে এবং এই লাল রঙকেও শোষণ করবে। সেই কারণে ফুলটি কালো দেখাবে।

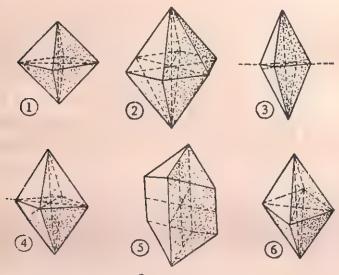
৮ পদার্থের বিভিন্ন অবস্থা ও তার রূপান্তরের কারণ

পদার্থের কঠিন অবন্থা

ত্তীয় অধ্যায়ে তোমরা পড়েছ, পদার্থ তিনটি অবস্থায় থাকে—কঠিন, তরল ও গ্যাস। যে সব বাদায়নিক মৌল বা যৌগ সাধারণ চাপে ও তাপমাত্রায় কঠিন, তাদেরও মোটাম্টি ছই শ্রেণীতে ভাগ করা যায়। থাছলবণ, তুঁতে, ফটকিরি, মিছরি প্রভৃতি অধিকাংশ যৌগে নির্দিষ্ট আকার থাকে। এই আকার ছোট বা বড় অবস্থায় একই থাকে। একটি বড় টুকরো ভাঙলে একই আকারে ছোট টুকরো পাওয়া যাবে। এদের বলে কেলাস বা ক্রুন্টাল। NaCl বা CuSO₄ কুন্টাল আকারে পাওয়া যায়। জলের দ্রবণ থেকে জল শুকিয়ে ফেললে, যথন NaCl বা CuSO₄ তলানি পড়ে লক্ষ্য করে দেখবে দেগুলিও কুন্টাল হয়ে পড়ে। কাচ, আলকাতরা, ছাই প্রভৃতি আরও এক ধ্রনের কঠিন বস্থ আছে যাদের কোন নির্দিষ্ট আকার নেই। অনিয়তাকার এই বস্থগুলিকে অকেলাসিত, ননকুন্টালাইন বা আ্যামরফাস বলা হয়।

কৃষ্টালে যৌগদের অণু ও পরমাণ্গুলি একটি জ্যামিতিক আকারে দাজানো থাকে। প্রাকৃতিক অবস্থায় অনেক সময় বড় বড় কৃষ্টাল পাওয়া যায়। তামার খনিতে অনেক সময় যে তামার কৃষ্টাল পাওয়া যায় তার এক একটি তলের দৈর্ঘ্য এক দেন্টিমিটার পর্যস্ত হয়। যে কোন ধাতুপাতকে পালিশ করে মাইক্রোসকোপের সাহায্যে তলগুলি দেখলে কৃষ্টাল আকার পরিষ্কার দেখা যায়। যে কোন অ্যামরকান পাউভার মাইক্রোসকোপে দেখলে কোন বিশেষ আকার দেখা যায় না। নানা আকারে কৃষ্টালে অণুপরমাণ্গুলি যে ভাবে সাজানো থাকে তাকে ছয় রকম ভিন্ন ধরনের জ্যামিতিক আকারে ভাগ করা যায়। 8.1 চিত্রে জ্যামিতিক আকারগুলি দেখানো হল।

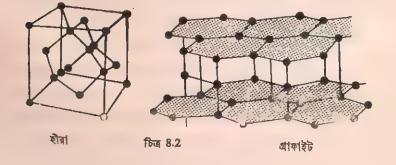
যে কোন একটি রুস্টালের ক্ষেত্রে তার সব থেকে ছোট আকারটি তার ইউনিট এবং সেই ইউনিট ভূড়ে ভূড়ে বড় আকারের রুস্টাল হয়। এইভাবে জোট বাঁধার কারণ অণুর মধ্যের পরমাণুগুলির নিজেদের মধ্যে আকর্ষণ বল। প্রত্যেকটি পরমাণু তাদের আশেপাশের পরমাণুগুলির সঙ্গে যুক্ত থাকে। তাদের বিচ্ছির করতে যে শক্তি লাগে তাকে বন্ধন- শক্তি বলে। প্রত্যেক রুস্টালের এই বন্ধন-শক্তি তার বৈশিষ্ট্য এবং সেটা ঐ ক্বস্টালের ধর্ম বলেই ধরা হয়। বাইরে থেকে শক্তি প্রয়োগ না করলে ঐ ক্বস্টালের বিশিষ্ট আকার বদলানো যায় না।



চিত্ৰ 8.1

অণুগুলি কেমন ভাবে সাজান আছে তার উপর বস্তুটির আকার এবং অকান্ত ভৌত গুণ নির্ভর করে। এর সব থেকে ভাল উদাহরণ গ্রাফাইট এবং হীরা। ছটি বস্তুই কার্বন অণু দিয়ে তৈরি। গ্রাফাইট দিয়ে পেনসিলের সীস তৈরি হয়। গ্রাফাইটের রং কালো। ঘষলেই উঠে আসে ও দামে সস্তা। আর হীরা স্বন্ধ, অধাতৃ হওয়া সত্ত্বেও সব থেকে শক্ত বস্তু এবং হুম্লা রত্ব।

8.2 চিত্রে হীরা আর গ্রাফাইটের আগবিক গঠন দেখ, তাহলে এই ভিন্ন ধর্মের



কারণ বৃষতে পারবে। ভূপ্ঠের অনেক নিচে চাপ ও তাপের কোন একটি বিশেষ অবস্থায় কয়লার মধ্যেই হীরা তৈরি হয়। আফ্রিকার অনেক নাম করা হীরার থনির কথা তোমরা পড়ে থাকবে। আবার প্রাকৃতিক অবস্থায় নীলা বলে এক ধরনের দামী পাথর পাওয়া যায় যার মূল উপাদান আাল্মিনিয়ম অক্সাইত বা আাল্মিনা। আাল্মিনা এক ধরনের দাদা গুঁড়ো পাউতার কিন্তু প্রায় 2000°C তাপমাত্রায় গলিয়ে কৃত্রিম নীলা করা যায়। কৃত্রিম উপায়ে হীরা তৈরি ব্যবদায়িক ভিত্তিতে এখনও সম্ভব হয়নি।

কুস্টাল, ভরল ও গ্যাস

অণুগঠন দিয়ে বিচার করলে কুন্টাল, তরল ও গ্যাস এ তিনটির মধ্যে পার্থক্য বেশ ভাল করে বোঝা যাবে। কুন্টালের ক্ষেত্রে অণু পরমাণুদের মধ্যে পার্বস্পরিক বন্ধন-শক্তিই তাদের বিশিষ্ট আকার দেয়। তরলে এই বন্ধন-শক্তি অত্যস্ত কম এবং এত কম যে অণু গুলিকে বিশেষ আকার দিতে পারে না, তাই তরলের কোন নিজম্ব আকার নেই। কোন অনুভূমিক তলে ফেললে ছড়িয়ে পড়ে। যে কোন পাত্রে রাখলে পাত্রের আকার নেয়। তরলের অণুদের মধ্যে কিছুটা বন্ধন আছে বলে তারা নিজে নিজে আলাদা হয় না। তরলের সব থেকে উপরের তলের অণুগুলি তাদের ত্পাশের নিচের তলের অণুদের সঙ্গে বাঁধা। এই বন্ধন কম হলেই অণুগুলি ছিন্ন হয়ে বাতাসে উঠে যায় এবং বাস্পান্ধন হয়। অকেলাসিত বস্তুগুলিকে কুন্টাল ও তরলের অনুর্বের্ডী অবস্থা বলা চলে। এদের অণুদের মধ্যের বন্ধন-শক্তি কুন্টাল ও তরলের মত্ত্ব যথেষ্ট নয় আবার তরলের থেকে বেশি। গ্যাসের অণুবা মৃক্ত, যে যেমন খুদী দিকে বিচরণ



করতে পারে, তাই গ্যাদের কোন আকার বা আয়তন নেই। অণুর গঠন দিয়ে বিচার করলে ক্লটাল, তরল ও গ্যাদ 8.3 চিত্রের মত দেখাবে।

ক্বস্টালে পরমাণ্গুলি চলাফেরা করতে পারে না, নিজের চারপাশে ভাল

করে ঘূরতে পারে না, কেবল একটি মধ্যবর্তী কেন্দ্রবিন্দুর চারপাশে স্পন্দিত হতে পারে। গ্যাসে পরমাণুগুলি একদম ছাড়া। যে কোন দিকে ছুটে বেড়াবার, ঘুরবার বা স্পন্দিত হবার পূর্ণ স্বাধীনতা তাদের।

গরম করলে কি হয়?

কেলাসিত বস্তু গ্রম করতে থাকলে বস্তুর প্রমাণুগুলি তাপ শোষণ করে ও তাদের গতিশক্তি তাপমাত্রার অহপাতে বাড়তে থাকে। গতিশক্তি বাড়লে প্রমাণুগুলি চারপাশের অন্য পরমাণুর দক্ষে বাঁধা থাকার জন্য কেবল মাত্র নিজের একটি গড় অবস্থানের ত্পাশে শুন্দিত হতে থাকে। তাপ বাড়তে থাকলে এমন একটা সময় আসে যথন গতিশক্তি পরমাণুটির বন্ধন-শক্তির সমান বা কাছাকাছি হয় ফলে বন্ধন আলগা হয়ে পড়ে। কুন্টালের আকার ভেঙে পড়তে শুক্ত করে এবং গলন শুক্ত হয়। নির্দিষ্ট কুন্টালে পরমাণুদের বন্ধন-শক্তি নির্দিষ্ট, স্থতবাং যে তাপমাত্রায় গলন শুক্ত হয় তাও নির্দিষ্ট তাপমাত্রা। গলতে সময় লাগে, হঠাৎ সমস্ত কুন্টাল গলে যায় না। একবার গলন শুক্ত হলে বাকি অংশ তাপ শোষণ করে কুন্টাল থেকে তরলে পরিবর্তিত হতে থাকে, তথন আর পর্মাণুগুলির গতিশক্তি বাড়েনা, ফলে তাপমাত্রা বাড়েনা। গলন শুক্ত হওয়া থেকে শেষ হওয়া পর্যন্ত তাপ লাগে তাই গলনের লীন তাপ।

পিচ, রবার প্রভৃতি অনিয়তাকার রাসায়নিকগুলির ক্ষেত্রে প্রমাণুগুলির বন্ধন-শক্তি অপেক্ষাকৃত কম এবং নির্দিষ্ট নয়। তাই এদের গলনাত্ব নির্দিষ্ট নয় এবং গলন শুরু হলেও তাপমাত্রা বাড়তে থাকে।

বস্তুটি তরল হয়ে যাবার পরও তাপ প্রয়োগ করতে থাকলে প্রমাণ্দের গতিশক্তি আরও বাড়বে। এই অবস্থায় অণুগুলো চলাচল করতে পারে, অল্ল মাত্রাগ্ন নিজের চারপাশে ঘ্রতে পারে এবং গড় অবস্থানের তৃপাশে স্পাদিত হতে পারে। অণুর গতিশক্তি বাড়ার দঙ্গে চরলের তাপমাত্রাও বাড়তে থাকবে। গতিশক্তি বাড়তে বাড়তে এমন একটা সময় আসবে যথন অণুগুলি আশেপাশের অণুদের থেকে সম্পূর্ণ বিচ্ছিন্ন হয়ে পড়ে তরল থেকে গ্যাস হবে, ফুটন শুক হবে। ফুটনও সময়সাপেক। একবার ফুটন শুক হলে শোবিত তাপ অণুগুলিকে বিচ্ছিন্ন করার কাজে ব্যবহৃত হবে, ফুটনের লীন তাপ শোষণ করে ফুটন শেষ না হওয়া পর্যস্ত তাপমাত্রা বাড়বে না। ফুটনাত্ব একটি

নির্দিষ্ট ভাপমাত্রা। গ্যাদকে গরম করতে থাকলে কি হবে ? গ্যাদের অণুগুলির গতিশক্তি এবং দেই দঙ্গে ভাপমাত্রা বাড়বে। নির্দিষ্ট আয়তনে গ্যাদে ভাপমাত্রা বাড়লে সমাহপাতিক হারে চাপ বাড়বে। এই বিষয়ে বয়েলের স্থ্র তোমরা পরের বছর পড়বে।

আরও গরম করলে কি হবে—আমাদের জানা অধিকাংশ বস্তুই কয়েক হাজার তিপ্রি দেলসিয়াদ তাপমাত্রার মধ্যে গলে, ফুটে, গ্যাদ হয়ে যায়। তাপমাত্রা আরও বাড়তে থাকলে বস্তুর আর কি কি পরিবর্তন হতে পারে এ প্রশ্ন মনে আদা স্বাভাবিক। এক সময় অণুগুলি ভেঙে উপাদান মোলের পরমাণু হয়ে পড়বে। আরও বেশি গরম করলে পরমাণুগুলি থেকে ইলেকট্রন বিচ্ছিন্ন হয়ে পরমাণুর আয়ন ও ইলেকট্রন আলাদা হয়ে পড়বে। তাপ প্রয়োগে আয়ন স্পষ্ট করাকে বলেতাপ আয়নন। তাপ-আয়নন তত্ব আবিজ্ঞার করে বিজ্ঞানী মেঘনাদ সাহা বিশ্ববিখ্যাত হন। কয়েক হাজার ডিগ্রি সেলসিয়াদ তাপমাত্রায় অধিকাংশ মোলের পরমাণুতে তাপ-আয়নন হয়। এই অবস্থায় বস্তুর দাধারণ ধর্ম বদলাতে থাকে। গ্যাদ তথন পজিটিভ তড়িভাহিত আয়ন ও নেগেটিভ তড়িভাহিত ইলেকট্রনের স্রোতে পরিণত হয় এবং বস্তুর ভৌত ও রাদায়নিক ধর্ম সম্পূর্ণ পরিবর্তিত হয়। বস্তুর এই অবস্থাকে প্লাজমা বলে। প্লাজমা বস্তুর চতুর্থ অবস্থা।

এখন গবেষণাগারে উচ্চ তাপমাত্রা স্থষ্টি করা সম্ভব হয়েছে এবং প্লাজমা প্রবাহ ব্যবহার করে ব্যবসায়িক ভিত্তিতে তড়িৎ উৎপাদনের চেষ্টা চলেছে। এর নাম ম্যাগনেটো-হাইড্রো-ডাইনামিক-পাওয়ার-জেনারেশন বা সংক্ষেপে এম এইচ ডি।

আরও তাপ বাড়ালে কি হবে? তাপ আয়নন-তত্ব প্রয়োগ করে দেখা গৈছে যে স্থা বা অন্যান্ত নক্ষত্রের দেহের তাপমাত্রা দশ লক্ষ বা কোটি ডিগ্রি দেলসিয়াস। এই উত্তাপে হাইড্রোজেন, হিলিয়ম, লিথিয়ম থেকে শুরু করে কার্বন, নাইট্রোজেন ইত্যাদি পরমাণ্র সমস্ত ইলেকট্রন বিচ্ছিন্ন হয়ে থালি নিউক্লিয়সগুলি ঘূরে বেড়ায় এবং এদের গতিশক্তি এত বেশি সেগুলি পরস্পরের সঙ্গে আঘাত করে নিউক্লিয়ার বিজ্যাকশন বা কেন্দ্রীণ বিক্রিয়া করতে সক্ষম। কেন্দ্রীণ বিক্রিয়ার ফলে বস্তু লুপ্ত হয়ে শক্তি বেয়োয়। এগুলি শুরুমাত্র কল্পনা বা থাতায় কষা অক্ষের কথা নয়—পৃথিবীতে পরমাণ্ বোমা ও হাইড্রোজেন বোমার বিস্ফোরণে তা প্রমাণ হয়েছে। পরে এসব বিস্ভারিত ভাবে পড়বে।

ক্র ভৌত ও রাসায়নিক পরিবর্তন

পদার্থ কিভাবে সনাক্ত করা যায়: ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম

জল এবং তেল উভয়েই তরল পদার্থ। এদের রঙ কিন্তু এক নয়। স্পর্শেপ যে পৃথক, হাতে নিলেই বেশ বোঝা যায়। আবার বাদাম তেল এবং নারকোল তেল উভয়েই দেখতে অনেকটা এক হলেও গন্ধ কিন্তু আলাদা। কয়লা দেখতে কালো, তুঁতে দেখতে নীল, লোহা দেখতে বাদামী, লবণ অনেকটা সাদা, মিছরি দানাও সাদা। তামার রঙ লালাভ, অ্যালুমিনিয়ম উজ্জ্বল সাদা, সোনার রঙ উজ্জ্বল হলুদ। সোনা, লোহা বা অ্যালুমিনিয়মের কোন স্বাদ নেই। কিন্তু লবণ খাদে লবণাক্ত বা লোণা, মিছরি মিষ্টি মিষ্টি, তুঁতে কষ কষ। কিন্তু সাবধান, না জানা কোন জিনিস থেয়ে দেখো না, তুঁতে বিষ।

আবার দোনা, কপো, লোহা বা আালুমিনিয়ম কোনটাই জলে গুলে যায় না। অথচ তুঁতে, লবণ, মিছরি, ফটকিরি দহজেই জলে গুলে যায়। কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাদ এবং কিছু পরিমাণে অক্সিজেন জলে গুলে থেতে পারে।

অক্সিজেন, হাইড্রোজেন, নাইট্রোজেন গ্যাসগুলির কোনটির কোন গন্ধ নেই। ক্লোরিন, অ্যামোনিয়া গ্যাদে ঝাঁঝালো গন্ধ। নানা রকম পদার্থের মধ্যে শুধুমাত্র লোহা, নিকেল, কোবান্ট প্রভৃতি কয়েকটি পদার্থ চুম্বক দারা আরুষ্ট হয়।

জল, তেল, পেট্রল প্রভৃতির আপেক্ষিক ঘনাঙ্ক কম। অথচ পারদের আপেক্ষিক ঘনান্ধ বেশ বেশি।

বেসম, ময়দা, এবাকট গুঁড়ো গুঁড়ো পাউডাবের মত। এদের কোন বিশিষ্ট আকার নেই। কিন্তু চিনি, মিছরি, লবণ, ফটকিরি প্রভৃতি দানা-দানা। বড় দানা ভাঙলে ছোট দানা পাওয়া যায়, এবং যত ছোটই হোক এদের প্রত্যেকের নিজন্ব আকার বজায় রাথে।

এখন দেখা যাচ্ছে—স্বাদে, গদ্ধে, বর্ণে, স্পর্শে, আকারে, ঘনাঙ্কে, দ্রবনীয়তায় তিন্ন তিন্ন দব পদার্থের ধর্মও তিন্ন। পদার্থের এই ধর্মগুলিই তাদের জ্যোত ধর্ম। কোন বস্তুর উপাদান পরিবর্তিত হয়ে অন্ত কোন বস্তুতে রূপাস্করিত না হওয়া পর্যন্ত যে সব গুণের দ্বারা আমরা বস্তুটিকে সনাক্ত করতে পারি সেই সব গুণকে বস্তুর **ভৌত ধর্ম** বলে।

ভৌত গুণের দারা পদার্থের শুধু বাহ্যিক অবস্থা বা বাইরের গুণের পরিচয় পাওয়া যায়। পদার্থের ভৌত ধর্ম নির্ণয়ের জন্ম সাধারণত জানতে হয়: (ক) তার অবস্থা—কঠিন, তবল, না গ্যাদ, (খ) বর্ণ, (গ) গন্ধ, (ঘ) স্বাদ, (ঙ) স্পর্শ, (চ) জলে বা অন্য তরলে দ্রবণীয়তা, (ছ) জল বা বায়ুর তুলনায় ঘনাস্ক, (জ) গলনাম্ব ও স্ফুটনাম্ব, (ঝ) চুম্বকের দঙ্গে সম্পর্ক, (ঞ) ভাপ ও বিদ্যুৎ পরিবহুণের ক্ষমতা, (ট) স্থিতিস্থাপকতা ইত্যাদি।

পদার্থের ভৌত ধর্ম ছাড়াও আরো একরকম স্বভাবের পরিচয় পাওয়া যায়।

যেমন দাধারণ আাদিডের স্পর্শে দোনার কোন পরিবর্তন হয় না। অথচ
তামার উপর কয়েক ফোঁটা নাইট্রিক আাদিড ফেলনেই একরকম বাদামী
রঙ্কের গ্যাদ তৈরি হয়। দস্তার উপর লঘু দালফিউরিক আাদিড ফেলামাত্রই
ভূরভূর করে গ্যাদ বেকতে থাকে। চিনির উপর দালফিউরিক আাদিড ঢাললে
চিনি কালো হয়ে যায়। থোলা হাওয়ার সংস্পর্শে এলে দোডিয়ম ধাতু জলে
ওঠে। সব ক্ষেত্রেই মূল পদার্থ কিস্ক পরিবর্তিত হচ্ছে।

পদার্থের এই জাতীয় অভাবকে তার রাদায়নিক গুণ বা ধর্ম বলে। বস্তর রাদায়নিক উপাদান বা রাদায়নিক বিক্রিয়া সংক্রান্ত ধর্মকে বস্তর রাদায়নিক ধর্ম বলে। যে কোন পদার্থকে ঠিকভাবে দনাক্র করতে রাদায়নিক ধর্ম জানাও বিশেষ প্রয়োজন। এবং তা জানতে হলে (ক) জল, (খ) বায়ু, (গ) আ্যাদিড, ক্ষারক ইত্যাদির সংস্পর্শে এলে পদার্থটির কি পরিবর্তন ঘটে দেখতে হবে। তা ছাড়া পদার্থটি উচ্চ তাপে বা অক্যান্ত পদার্থের সংস্পর্শে এলে কোন পরিবর্তন হয় কিনা তাও জানা প্রয়োজন। এছাড়া পদার্থ কী উপাদান দিয়ে তৈরি দেটাও তার রাদায়নিক ধর্ম থেকে জানা যায়।

স্বতরাং অজানা একটি পদার্থকে সনাক্ত করতে হলে তার ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম বিশ্লেষণ করতে হবে।

ভৌত ও রাসায়নিক পরিবর্তন

বল্বর ভৌত ধর্মের পরিবর্তনকে ভৌত পরিবর্তন এবং রাদায়নিক ধর্মের পরিবর্তনকে রাদায়নিক পরিবর্তন বলে। ভৌত পরিবর্তন অস্থায়ী এবং এই পরিবর্তনে নতুন কোন বস্তু তৈরি হয় না। ভৌত পরিবর্তনে পদার্থের ওজনের পরিবর্তন হয় না এবং আণবিক গঠন একই থাকে। বস্তুর রাদায়নিক পরিবর্তনে সম্পূর্ণ নতুন বস্তুর উদ্ভব হয় এবং মৃল বস্তুর আণবিক গঠনের পরিবর্তন হয়। রাদায়নিক পরিবর্তনে ওজন ও তাপেরও পরিবর্তন হতে পারে।

একটা সহজ্ব পরীক্ষা কর। তুটো কাচের পাত্র নাও। একটা পাত্রে কিছু আালুমিনিয়মের টুকরো ও অক্ত পাত্তে কিছু চিনির টুকরো নাও। ছটো পাত্রকেই বেশ কিছুক্ষণ গ্রম কর। দেখবে আগলুমিনিয়মের বাহ্যিক চেহারার কোন পরিবর্ত্তন হয় নি, কেবল গরম হয়েছে। এটি ধাতৃটির ভৌত পরিবর্তন। কিন্তু চিনির পাত্র গরম হওয়ার সঙ্গে সঙ্গে তা থেকে জল বার হবে। পরে ছল বাষ্প হওয়ার পর কালো কার্বন পাত্রে পড়ে থাকবে। এটি চিনির রাশায়নিক পরিবর্তন। আালুমিনিয়ম টুকরোগুলোকে যদি 660·2°C পর্যস্ত গ্রম করা সম্ভব হয় তাহলে দেখবে ধাতুটি গলে যাবে। এটি আালুমিনিয়মের অবস্থার পরিবর্তন, স্থতরাং এটিও আালুমিনিয়মের ভৌত পরিবর্তন, কারণ এতে ধাতৃটির বাদায়নিক গঠন অর্থাৎ আণবিক গঠন একই আছে। কঠিন, তরল ও গ্যাসীয় অবস্থায় থাকতে পারে। কিন্তু জলের আণবিক গঠন তিনটি অবস্থাতে একই থাকে। সামাগ্র অ্যাসিড মেশানো জলে তড়িৎ প্রবাহিতকরলে জল ভেঙে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন গ্যাদ বেরোয়। এটি জলের রাসায়নিক পরিবর্তন, কারণ এতে জলের আণ্রিক গঠনের পরিবর্তন হয়েছে। মরচে এক ধরনের লোহার অক্সাইড। অক্সিজেনের সঙ্গে লোহার রাদায়নিক বিক্রিয়ায় মরচে পড়ে। তামার পাত্র বেশ কিছুদিন ব্যবহার না করলে উপরে একটা দবুজ স্তর পড়ে। এটি তামার অক্সাইড –রাদায়নিক পরিবর্তনের ফল। আমাদের শরীরে রাদায়নিক পরিবর্তন কম হয় না। আমরা যে থাবার থাই পাকস্থলীতে তার রাদায়নিক পরিবর্তন ঘটে। নি:শাদের দঙ্গে যে অক্সিজেন আমরা নিই তার হিমোগোবিনের দঙ্গে যুক্ত হয়ে শরীরে বহু রক্ম রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটায়।

যে কারণে বস্তুর পরিবর্তন ঘটে

জনেকগুলি কারণে বস্তুর ভৌত পরিবর্তন ঘটতে পারে। তাপ প্রয়োগে বস্তুর প্রসারণ ঘটে আবার যথেষ্ট তাপ শোষণে বস্তুর অবস্থার পরিবর্তন ঘটতে পারে। বিহাৎ প্রবাহিত করলে পরিবাহী গরম হয়। বায়ুশ্ন পরিবেশে যথেষ্ট গরম হলে পরিবাহী প্রথমে লাল ও পরে দাদা আলো দেয়। এই পদ্ধতিতেই ইলেকট্রিক বাল্ব আলো দেয়। কয়েকটি বিশেষ ধাতুকে চূষক দিয়ে ঘষলে ধাতৃটি চূষকের মত ব্যবহার করে। কোন কোন বস্তু জলে ক্রবীভূত হয়। এগুলি বস্তুর ভৌত পরিবর্তন। এতে বস্তুর উপাদানের কোন পরিবর্তন হয় না।

আলো, উত্তাপ, বিতাৎ ও চাপের প্রয়োগে এমন কি ভিন্ন ভিন্ন বস্তুর স্পর্শেপ্ত বস্তুর রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটতে পারে। জল, বায়ু, আানিড, ক্ষার প্রভৃতির সংস্পর্শে এলে অনেক বস্তুর রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটে। ক্যামেরার ফিল্মে আলো এনে পড়লে রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটে—এই পদ্ধতিতে ফোটোগ্রাফ তৈরি হয়। আলোর প্রভাবে হাইড়োজেন ও ক্লোরিন গ্যাস যুক্ত হয়ে হাইড়োক্লোরিক আাদিড হয় এবং নাইট্রোজেন অক্সাইড ভেঙে নাইট্রাস অক্সাইড এবং অক্সিজেন হয়। আলোর প্রভাবে রাসায়নিক পরিবর্তনকে ফোটো-কেমিট্রি বলে। মারকিউরিক অক্সাইডকে গরম করলে পারদ ও অক্সিজেন পাওয়া যায়। তড়িৎ প্রবাহ দিয়ে জল থেকে হাইড়োজেন ও অক্সিজেন পাওয়া যায় একটু আগেই বলা হয়েছে। ভূঁই পটকা যথন মাটিতে সজোরে ছুড়ে ফেলা হয় তথন চাপের প্রভাবে পটকার ভিতরের পট্যাসিয়ম ক্লোবেট ও গদ্ধকের মধ্যে রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটে ও বিক্ষোরণ হয়। আয়োডিন ও ফদফরাস ঘতক্ষণ আলাদা পাকে কোন বিক্রিয়া হয় না, কিন্তু এদের স্পর্শ করালেই ফদফরাস জলে ওঠে।

ভাপগ্রাহী ও ভাপমোচী রাসায়নিক বিক্রিয়া

তৃটি বস্তুর বাদায়নিক বিক্রিয়ায় নতুন যৌগিক বস্তু গঠনের সময় যদি তাপ শোষিত হয় তবে দেই বাদায়নিক বিক্রিয়াকে তাপগ্রাহী বিক্রিয়া বলে। এইভাবে তৈরি যৌগিক বস্তুকে তাপগ্রাহী যৌগ বলে। নাইটোজেন ও অক্সিজেনের বিক্রিয়ার সময় তাপ শোষিত হয় এবং নাইট্রিক অক্সাইড তৈরি হয়। এই বিক্রিয়া তাপগ্রাহী এবং নাইট্রিক অক্সাইড তাপগ্রাহী বস্তু। কার্বন ভাইদালফাইড, ক্লোরিন মোনোক্দাইডও তাপগ্রাহী।

অনেক বাদায়নিক বিক্রিয়ায় তাপ উৎপন্ন হয়। এই বিক্রিয়াকে তাপমোচী বিক্রিয়া বলে। উভূত বস্তকে তাপমোচী বস্তু বলে। হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের বিক্রিয়ায় যথন জল উৎপন্ন হয় তথন তাপ উৎপন্ন, হয়। কার্বন ডাইঅক্সাইড তাপমোচী বস্তু। কয়লা যথন পোড়ান হয় তথন কার্বনের সঙ্গে অক্সিজেনের বিক্রিয়ায় তাপ উৎপন্ন হয়। পাথ্রে চুন জলে দিলে এত তাপ উৎপন্ন হয় যে জল ফুটতে থাকে। বাড়িতে চুনকাম হওয়ার সময় লক্ষ্য রেথ।

অমুঘটক ও ভার কাজ

এতক্ষণ রাদায়নিক পরিবর্তনের কথা পড়লে। ছটি বস্তুর বিক্রিয়ার পর তাদের মিলনে নতুন বস্তু তৈরি হয়। কিন্তু কয়েকটি বস্তু আছে যারা রাদায়নিক বিক্রিয়ায় অংশ গ্রহণ করে না, কিন্তু তাদের উপস্থিতিতে রাদায়নিক বিক্রিয়া ঘটে। এদের অনুষ্টক বলে। প্র্যাটিনমের পাতের উপস্থিতিতে অ্যামোনিয়া গ্যাদ থেকে নাইট্রিক অক্সাইড তৈরি হয়। এথানে প্র্যাটিনম অক্স্মটক।

ভৌত ও রাসায়নিক পরিবর্তনের তুলনা

ভৌত পরিবর্তন

- (1) ভোত পরিবর্তনের ফলে
 পদার্থের মৃল গঠনে কোন পরিবর্তন
 হয় না। পদার্থের অবস্থার রূপান্তর
 অর্থাৎ তার ভোত ধর্মের পরিবর্তন
 ঘটে মাত্র, কোন নতুন পদার্থ গঠিত
 হয় না।
- (2) ভৌত পরিবর্তন অস্থায়ী এবং পরিবর্তিত পদার্থকে সহজেই আবার আগের পদার্থে ফিরিয়ে আনা যায়।
- (3) ভৌত পরিবর্তনে পদার্থের ওজনের কোন পরিবর্তন অর্থাৎ হ্রাস বা বৃদ্ধি হয় না।
- (4) ভোত পরিবর্তনের সময় সাধারণত তাপের উদ্ভব বা অভাব হয় না। (অবশ্য ব্যতিক্রম আছে।)

রাসায়নিক পরিবর্তন

- (1) বাসায়নিক পরিবর্তনের ফলে পদার্থের মূল গঠনে পরিবর্তন হয়।
 মূল পদার্থ পরিবর্তিত হয়ে নতুন পদার্থ
 গঠিত হয় এবং তার ধর্মেরও পরিবর্তন
 হয়।
- (2) রাদায়নিক পরিবর্তন স্থায়ী এবং পরিবর্তিত পদার্থকে আবার রাদায়নিক পরিবর্তন ছাড়া আগের পদার্থে ফিরিয়ে আনা যায় না।
- (3) রাদায়নিক পরিবর্তনের ফলে গঠিত নতুন পদার্থের ওজনের অবশ্রই পরিবর্তন অর্থাৎ হাদ বা বৃদ্ধি হয়।
- (4) রাদায়নিক পরিবর্তনে পদার্থের মধ্যে তাপের উদ্ভব হয় অথবা শোষণ ঘটে।

๖ মোল ও যোগ

পদার্থের মোলিক উপাদান কি কি? আমরা চারপাশে যে সব জিনিস দেখতে পাই যেমন ইট, কাঠ, পাথর, লোহা, কাপড়-জামা, জীবজন্ত, মানবদেহ—এসব কি কি মূল উপাদানের সাহায্যে গড়ে উঠেছে? একটি একটি ইট বদিয়ে যেমন বাড়ি তৈরি হয়—তেমনি অন্ত সব বস্ত কি কয়েকটি মূল বস্তুর সমন্বয়ে তৈরি—যেগুলি বরাবরই ছিল, আছে এবং থাকবে—মেগুলি অন্ত কিছু দিয়ে তৈরি নয়? আড়াই হাজার বছর আগে থেকে প্রাচীন ভারতীয় ও গ্রীক পণ্ডিতেরা অনেক মাথা ঘামিয়েছেন এ বিষয়ে। এক সময়ে প্রাচীন ভারতীয়রা মনেকরতেন—ক্ষিতি (মাটি), অপ্ (জল), তেজ (আগুন), মকুৎ (হাওয়া), ব্যোম (আকাশ)—এই পঞ্জুত দিয়ে সকল বস্ত স্বষ্টি হয়েছে। এসব বিজ্ঞানের ইতিহাস পড়লে জানতে পারবে।

যে সব মূল উপাদান দিয়ে অন্ত সব বস্তু তৈরি, যাকে বিশ্লেষণ করে নতুন কোন উপাদান পাওয়া যায় না, তাদের মৌলিক পদার্থ বা মৌল বলা হয়। পৃথিবীতে প্রাকৃতিক অবস্থায় 92টি মৌল আছে। এদের প্রত্যেকের রাসায়নিক নামকরণ করা হয়েছে। হাইড্রোজেন, হিলিয়ম, লিথিয়ম, বেরিলিয়ম, বোরন, কার্বন, নাইড্রোজেন, অক্সিজেন, লোহা, তামা, সোনা, প্রাটিনম, ইউরেনিয়ম এসব মৌলদের নাম। তালিকায় প্রথম সব থেকে হালকা হাইড্রোজেন গ্যাস, আবার সব থেকে ভারী বিরানক্ষইতম মৌল ইউরেনিয়ম। আগেই বলা হয়েছে যে, পৃথিবীতে প্রাকৃতিক অবস্থায় পাওয়া যায় 92টি মৌল। বিজ্ঞানীরা অবশ্ব গবেষণাগারে ইউরেনিয়মের পরেও অনেক মৌল তৈরি করেছেন এবং আরও করার চেষ্টা করে চলেছেন। এগুলি সবই অস্থায়ী এবং প্রাকৃতিক পরিবেশে পাওয়া যায় না। মোট 103টি মৌলের নাম সর্বজনস্বীকৃত। 104 ও 105 নম্বর মৌলও সম্প্রতি আবিক্ষার হয়েছে। এদের নাম দেওয়া হয়েছে রাদারফোর্ডিয়ম আর ফ্রানিয়ম। মৌলদের নামের তালিকা পরের অধ্যায়ের শেষে দেওয়া আছে।

মৌলগুলি দাধারণ তাপমাত্রায় কঠিন, তরল ও গ্যাস তিন অবস্থাতেই পাওয়া যায়। সোনা, রুপো, লোহা, তামা, দস্তা, দীদা, টিন, কার্বন, গন্ধক, ক্যালদিয়ম, আয়োডিন, নিকেল, ম্যাঙ্গানিজ, দিলিকন, ফদফরাদ, পট্যাদিয়ম, সোডিয়ম, আাল্মিনিয়ম, ম্যাগনেদিয়ম, প্যাটিনম, রেডিয়ম, ইউরেনিয়ম প্রভৃতি এরা সবই কঠিন। পারদ, রোমিন প্রভৃতি তরল। অক্সিজেন, নাইট্রোজেন, হাইড্রোজেন, হিলিয়ম, ক্লোরিন, নিয়ন, জিনন প্রভৃতি মৌল গ্যাস।

এক বা একাধিক মৌল মিলে যে পদার্থ তৈরি হয় তাকে যৌগিক পদার্থ বা যৌগ বলে। যৌগকে বিশ্লেষণ করলে তার উপাদান মৌলগুলি দবসময়ই পাওয়া যাবে। যৌগ জৈব এবং অজৈব তুইই হতে পারে। সাধারণত অধিকাংশ পদার্থ যৌগ অবস্থায় থাকে। প্রাকৃতিক অবস্থায় প্রায় কুড়িটি মৌল পাওয়া যায়। পৃথিবীতে যত বকমের বিভিন্ন যৌগ আছে—তার মধ্যে নিরানকাই শতাংশ কম-বেশি কুড়িটি মৌল দিয়ে তৈরি। সমস্ত মৌলদের মধ্যে প্রায় 50 শতাংশ শুধু অক্সিজেন।

জল, লবণ, চিনি, লোহার মরচে, তুঁতে এগুলি দবই যোগের উদাহরণ। হাইড্রোন্দেন ও অক্সিজেন মোল দিয়ে জল তৈরি। দোডিয়ম ও ক্লোরিন দিয়ে তৈরি থাত লবণ। কার্বন, হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন দিয়ে চিনি, লোহা ও অক্সিজেন দিয়ে মরচে এবং তামা, গন্ধক ও অক্সিজেন দিয়ে তুঁতে তৈরি। তোমরা নিজেরা চেটা করলে অজ্ঞ উদাহরণ বার করতে পারবে।

শোগ ও মিত্রণ এক নয়: তুই বা তার বেশি মৌল যে কোন অনুপাতে মেশালে সেটা হবে মিত্রণ, সেটা যৌগ নাও হতে পারে। যে দব মৌল দিয়ে যৌগ তৈরি, তাদের নিজেদের গুণ যৌগে থাকে না, যৌগের নিজন্থ গুণ থাকে। যেমন, হাইড্রোজেন বা অগ্রিজেন তুই গ্যাদ, কিন্তু মিলে তৈরি হয় জল, যা দাধারণ তাপমাত্রায় তরল। জলের নিজন্থ অনেক ধর্ম আছে—যার সঙ্গে হাইড্রোজেন বা অগ্রিজেনের ধর্মের কোন সম্পর্ক নেই।

তাছাড়া জলে হাইড্রোজেন ও অন্ধিজেনের অনুপাত সবসময় নির্দিষ্ট থাকে।
বাসায়নিক বিক্রিয়া না ঘটিয়ে জলের উপাদান মৌলদের আলাদা করা যায়
না। আবার বাতাস নাইট্রোজেন, অন্ধিজেন, জলীয় বাপা ও আরও নানা
গ্যাসের মিশ্রণ। এই মিশ্রণে নাইট্রোজেন বা অন্ধিজেনের নিজ নিজ ধর্মগুলি
বর্তমান। এই মিশ্রণে নাইট্রোজেন বা অন্ধিজেনের অনুপাত নির্দিষ্ট নয়,
পরিবর্তিত হতে পারে। রাসায়নিক বিক্রিয়া না করেও বাতাস থেকে
নাইট্রোজেন ও অন্ধিজেন আলাদা করা সম্ভব তোমরা পরে পড়বে।

আরও একটি সহজ উদাহরণ নিজেরা পরীক্ষা করে দেখতে পার। লোহার গুঁড়ো আরগন্ধকের গুঁড়ো খুব ভাল করে মেশাও। এটা হবে মিশ্রণ।এর থেকে চুম্বকের সাহায্যে সমস্ত লোহা আলাদা করে নিতে পারবে। কিন্তু মিশ্রণটি ব্নদেন দীপের তাপে গলিয়ে যথন একটি নতুন যৌগ তৈরি হয়—তার রঙ কালো। গলা পিগুটি গুঁড়িয়ে দেখ এর সঙ্গে লোহা ও গদ্ধকের কোন গুণের মিল নেই। চুম্বক দিয়ে পরীক্ষা কর, দেখবে চুম্বক কিছুই ধরছে না। সোরা (পট্যাসিয়ম নাইটেট), গদ্ধক ও কয়লা মিশিয়ে বারুদ তৈরি। বারুদ অবস্থায়া এটি মিশ্রণ। বিভিন্ন তরলে গলিয়ে এবং ছেঁকে উপাদানগুলি আলাদা করা যায়। কিন্তু আগুন দিলে দপ করে বারুদ জলে উঠবে, তাপ ও গ্যাস স্থাই হবে, কিছুই পড়ে থাকবে না—তথন যোগে পরিণত হয়েছে। মিশ্রণের একটি বিশেষ রূপ দ্রবণ—লবণ বা চিনি জলে দিলে একদম গুলে গিয়ে লবণের বা, চিনির দ্রবণ হয়। মনে রেখ দ্রবণও এক ধরনের মিশ্রণ, যোগ সাম। ধাতু ও অধাতু

মেলগুলি কয়েকটি সাধারণ ধর্ম অন্থায়ী দুই শ্রেণীতে ভাগ করা হয়—ধাছু বা মেটাল এবং অধাছু বা ননমেটাল। পৃথিবীতে যে 92টি মৌল পাওয়া যায় তার অধিকাংশই ধাতু। দব থেকে বেশি ব্যবহার হয় লোহা, তামা, দস্তা, দীসা, টিন, আাল্মিনিয়ম, মাগনেদিয়ম, সোনা, কপো, নিকেল, পারদ—এদের অনেকগুলিই তোমরা দেখে পাকবে। আবার অধাতুর মধ্যে কার্বন, গন্ধক আয়োডিন প্রভৃতি মৌলগুলি কঠিন, হাইড্রোজেন, অক্সিজেন, নাইট্রোজেন, হিলিয়ম, নিয়ন, জিনন ইত্যাদি গ্যাস এবং ব্রোমিন তরল—এদের নামও তোমরা ভনে পাকবে। ধাতু ও অধাতুর সাধারণ ধর্ম অন্থায়ী পার্থক্য নিচেদেওয়া হল:

ধাতু ও অধাতুর পার্থক্য

(1) সাধারণ তাপমাত্রায় পারদ ছাড়া দব ধাতুই কঠিন অবস্থায় থাকে। পারদ তরল।

ধাতু

অধাতৃ

- অধাতু কঠিন, তরল এবং গ্যাস তিন অবস্থাতেই পাওয়া যায়।
- (2) অধাতৃ কোন অবস্থাতেই চকচকে নয় এবং আলো প্রতিফলন করে না।

⁽²⁾ ধাতু নির্মিত তল পালিশ করা হলে চকচকে দেখায় এবং আলো প্রতিফলন করে। তরল হলেও পারদ তলও চকচকে।

ধাতু

(3) ধাতৃ ভারী, শক্ত, নমনীয় ও প্রসারণক্ষম। ধাতৃ পিটিয়ে পাত করা মায়।

ব্যতিক্রম: পট্যাসিয়ম ও সোডিয়ম জলের থেকে হালকা, আাণ্টিমনি ও বিসমাধ ভঙ্গুর।

- (4) ধাতু তাপ ও বিহাৎ পরিবাহী।
- (5) লঘু থনিজ অ্যাসিডে ধাতুর সঙ্গে রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটে।
- (6) ধাতৃ নাধারণত বিজ্ঞারক বস্তু।
 - (7) ধাতু ইলেকট্রোপঞ্চিতি।

অধাতু

(3) অধাত্র মধ্যে কঠিন মৌল-গুলি হালকা ও ভঙ্গুর, নমনীয় বা প্রসারণক্ষম নয়; এগুলি পিটিয়ে পাত তৈরি করা যায় না।

ব্যতিক্রম: হীরা যদিও অধাতু তবু বস্তদের মধ্যে দব থেকে শক্ত।

- (4) অধাতৃ তাপ ও বিছাৎ পরিবহণের উপযোগী নম।
- (5) লঘু থনিজ জ্যাসিডের সঙ্গে অধাতুর কোন বিক্রিয়া ঘটে না।
- (6) হাইড্রোজেন ছাড়া সকলঅধাতু জারক বস্ত।
- (7) অধাতৃ ইলেক্টোনেগেটিভ। ব্যতিক্রম—হাইড্রোজেন ইলেক্টো-পজিটিভ।

উপরে লিখিত ধাতু ও অধাতুর গুণগুলি সাধারণভাবে থাটে; তবে ব্যতিক্রম আছে একথা মনে রাথতে হবে। আাদিডে বিক্রিয়া, জারক, বিজ্ञারক বস্তু এবং ইলেকটো-পজিটিভ ও ইলেকটো-নেগেটিভ কাকে বলে তোমরা এই বইতেই কিছু পরে পড়বে। তালিকাটি মোটাম্টি সম্পূর্ণ করার জন্তু এখনই বলে রাথা হল। তালিকায় বলা হয়েছে যে ধাতু বিত্যৎপরিবাহী এবং অধাতু বিত্যৎ অপরিবাহী। কিন্তুএর মাঝামাঝি কিছু মোল আছে যেগুলি সল্প-পরিবাহী যেমন জারমেনিয়ম ও দিলিকন। জেনে রাথ যে এই স্বল্পরিবাহী বস্তু দিয়েই ট্রান-জিদ্টর তৈরি হয়।

সংকর ধাতু

অনেক সমন্ন একাধিক ধাতৃ মিলিন্নে মিশ্র বা দংকর ধাতৃ তৈরি করা হয়।
অনেক কাব্দে বিশুদ্ধ ধাতৃর চেন্নে দংকর ধাতৃ কাজের উপযোগী। ইস্পান্ত তৈরি
হয় লোহাতে নির্দিষ্ট পরিমাণ কার্বন মিশিন্নে। পিতল তৈরি হয় প্রধানত তামার
30 শতাংশ দস্তা মিশিন্নে। কাঁদায় থাকে তামা ও 20 শতাংশ টিন। ইস্পাত,

পিতল, কাঁসা, এগুলি সংকর ধাতু। নরম ধাতুতে সামান্ত পরিমাণ অন্ত ধাতু মেশালে সেটি বেশ শক্ত হয়। অল্প পরিমাণ অন্ত ধাতু মেশালাকে পান দেওয়া বলে। সোনা খুবই নরম। গয়না তৈরির জন্ত সোনাকে শক্ত করা হয় তার সঙ্গে তামার পান দিয়ে। স্টেনলেস স্থীল, যাতে মরচে পড়ে না, তাতে লোহার সঙ্গে প্রায় 12—15 শতাংশ কোমিয়ম এবং 0·1—0·7 শতাংশ কার্বন মেশান থাকে।

অণু ও পরমাণু

কোন এক টুকরো মৌল নিয়ে তাকে অর্ধেক করা হোল। অর্ধেক অংশটি আবার অর্ধেক করা হোল। সেই অর্ধেককে আবার অর্ধেক। কত দূর পর্যন্ত অর্ধেক করা সম্ভব? মৌলের সব থেকে ছোট অবস্থা—যথন পর্যন্ত মৌলটির ভৌত ও রাসায়নিক গুণ দিয়ে তাকে সনাক্ত করা যাবে—তাকে বলা হয় মৌলটির পরমাণু। পরমাণু কথাটি ইংরেজীতে আ্যাটম—এসেছে গ্রীক শক্ষ আটমস থেকে। গ্রীক ভাষায় কথাটির মানে যাকে ভাঙা যায় না। অবশ্য এখন পরমাণুকেও ভাঙা হয়েছে, যদিও ভাঙবার পর সেটি আর ঐ বিশেষ মৌলের পরমাণু থাকবে না।

এক বা একাধিক মোলের পরমার্ দিয়ে তৈরি হয়—যোগের অনু বা মলিকিউল। অণ্ যে কোন যোগের ক্ষতম অবস্থা। জল একটি যোগ। জলের অর্তে থাকে ছটি হাইড্রোজেন এবং একটি অক্সিজেন পরমার্। থাত লবণ সোডিয়ম ক্লোরাইডের অর্তে থাকে একটি সোডিয়ম ও একটি ক্লোরিন পরমার্। আবার ছটি হাইড্রোজেন পরমার্ দিয়ে হয় হাইড্রোজেন অর্। যে কোন যোগের অর্তে যোগটির ভৌত ও রাদায়নিক ধর্ম বিভ্যমান থাকে। কোন ভৌত বা বাদায়নিক প্রক্রিয়ায় অর্টিকে ভেঙে ফেললে দেটি তার উপাদান মোলগুলির পরমার্ হয়ে বিচ্ছিয় হয়ে পড়বে, তথন আর যোগের গুণ থাকবে না। একটি হটি বা একশো ছশো নয়, কয়েক হাজার পরমার্ দিয়ে অভিকায় অর্ও সম্ভব —পরে জানবে। রজে যে হিয়োয়োবিন থাকে তার অর্তেই কয়েক হাজার পরমার্ থাকে।

মোলের পরমাণ্ড বস্তু গঠনের মোলিক উপাদান নয়। দকল মোলই তৈরি হয় তিনটি মোলিক কণা—প্রোটন, নিউট্রন ও ইলেকট্রন—দিয়ে। এ বিষয়ে তোমরা নামনের বছর ভালো করে পড়বে।

눌 জবণ, জাব, জাবক

দ্রবণ

একাধিক বস্তুর সমসত্ব মিশ্রণকে জবল বা সলিউশন বলে। দ্রবণ কথাটি
সাধারণত জল বা অন্ত তরলে নানা বস্তুর মিশ্রণের জন্ত ব্যবহৃত হয়। ধর,
এক চামচ থাত লবণ আধ বীকার জলে দেওয়া হল। লবণ গুলে জলের মধ্যে
মিলিয়ে যাবে। এখন জলে লবণের দ্রবণ তৈরি হল। লবণকে আর চোথে
দেখা যাবে না। অথবা অনেকক্ষণ রেখে দিলেও লবণ তলায় থিতিয়ে পড়বে না।
এইভাবে মিলিয়ে যাওয়াকে দ্রবীভূত হওয়া বলে। দ্রবণ জলে দ্রবীভূত হয়। এই
দ্রবণের যে কোন অংশ সমান নোনতা। এই দ্রবণটি অনেক ভাগে সমান সমান
ভাগ করে যদি জল শুকিয়ে ফেলা হয় তবে প্রত্যেক ভাগে সমান পরিমাণ লবণ
পাওয়া যাবে। সমানভাবে মিশে যাওয়াই সমসত্ব মিশ্রণ।

দ্রবণের উপাদান নির্দিষ্ট নয়। লবপের দ্রবণের উপাদান কত পরিমাণ লবণ দেওয়া হল তার উপর নির্ভর করে। দ্রবণ কোন সংকেতের সাহায্যে প্রকাশ করা যায় না।

জবন কত রকম হতে পারে—(1) তরলে কঠিনের দ্রবণ, যেমন জলে লবণ বা জলে চিনি; (2) তরলে তরলের দ্রবণ, যেমন জলের মধ্যে মিদারিন, আালকোহল, দালফিউরিক আাদিড; (3) তরলে গ্যাদের দ্রবণ, যেমন জলের মধ্যে আামোনিয়া, কার্বন ডাইঅক্সাইড, অক্সিজেন, নাইটোজেন গ্যাদ ইত্যাদি; (4) গ্যাদে গ্যাদের দ্রবণ,—যাদের মধ্যে বিক্রিয়া ঘটে না এমন যে কোন তুই বা তার বেশি গ্যাদ যে কোন অম্পাতে মিশে যেতে পারে এবং মিশ্রিত অবস্থা স্থান্থিত হলে তাকে গ্যাদের দ্রবণ বলে; (5) কঠিনে কঠিনের দ্রবণ, য়েমন কাঁদা (তামা ও টিন), পিতল (তামা ও দন্তা) ইত্যাদি; (6) কঠিনে গ্যাদের দ্রবণ, যেমন প্যালেডিয়ম ধাতুতে হাইডোজেন গ্যাদ।

জাব ও জাবক

জবণের ছটি অংশ দ্রাব ও দ্রাবক। যে ছটি বস্ত দিয়ে জবণ তৈরি তাদের মধ্যে যেটি পরিমাণে বেশি তাকে জাবক বা দলভেণ্ট বলে, যেটির পরিমাণ কম

তাকে বলা হয় জাব বা দলিউট। চিনি জলে দিয়ে যে দ্রবণ তাতে জল স্রাবক এবং চিনি স্রাব। কাঁসায় তামা স্রাবক ও টিন স্রাব। মনে রাখতে হবে দ্রবণে স্রাবকের পরিমাণ স্রাবর তুলনায় বেশি।

জল পৃথিবীর সর্বশ্রেষ্ঠ প্রাবক। সমুদ্রের জলে যত রকমের বস্তু প্রবীভূত আছে তার রাসায়নিক বিশ্লেষণ করে প্রায় প্রযুটিটি মৌল পাওয়া গেছে।

সম্পৃত্ত ও অসম্পৃত্ত দ্রবণ

যে দ্রবণে আরও দ্রাব যোগ করলে সেটি দ্রবীভূত হয়, তাকে অসম্পৃত্ত দ্রবণ বা আনস্থাচুরেটেড সলিউশন বলে। আধ বীকার জলে এক চামচ থাছ লবণ দিলে সেটি দ্রবীভূত হয়। এটি অসম্পৃত্ত দ্রবণ কারণ আর এক চামচ লবণ দিলেও তা দ্রবীভূত হবে। ঐ দ্রবণে আরও কয়েক চামচ লবণ দিলে তাও দ্রবীভূত হবে। তথনও দ্রবণটি অসম্পৃত্ত দ্রবণ থাকবে। দ্রবণটিতে ক্রমাগত লবণ যোগ করতে থাকলে দেখবে এক সময় লবণ আর দ্রবীভূত না হয়ে দ্রবণের নিচে জমা হতে থাকবে। নির্দিষ্ট তাপমান্তায় যে কোন দ্রাবকের দ্রাব গ্রহণ করবার একটি সীমা থাকে যার বেশি দ্রাব যোগ করলে দেটি দ্রবীভূত হয় না ওাকে সম্পৃত্ত দ্ববণ বা স্থাচুরেটেড দলিউশন বলে।

যে দ্রবণে অল্ল পরিমাণ দ্রাব আছে তাকে লছু দ্রবণ বা ডাইলিউট দলিউশন বলা হয়। যে দ্রবণে দ্রাবর পরিমাণ খুব বেশি, প্রায় সম্পৃত্ত করার কাছাকাছি তাকে গাঢ় দ্রবণ বা কনসেনটেটেড দলিউশন বলে।

দ্ৰবণীয়ভা

একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় যত গ্রাম স্রাব কোন স্রাবকের একশো গ্রাম, ভরের দক্ষে মিশে সম্প্রক স্রবণ তৈরি করে দেই সংখ্যাকে ঐ ল্রাবের **ফবলীয়তা** বা সলিউবিলিটি বলে। যদি বলা হয় 30°C ইতাপমাত্রায় থাছ লবণের স্রবণীয়তা 36·3 ভবে ব্রুক্তে হবে 30°C তাপমাত্রায় 100 g জলে 36·3 g থাছ ইলবণ স্রবীভূত হয়ে সম্প্রক স্রবণ তৈরি করবে। স্বভরাং থাছ লবণের (NaCl) স্রবণীয়তা 30°C তাপমাত্রায় 36·3। ঐ একই তাপমাত্রায় ত্ঁতের (CuSO₄) জলে স্রবণীয়তা 25।

ত্রবণীয়তা একটি রাসায়নিক ধর্ম এবং বস্তুর সনাক্ষকরণে কাজে লাগে।

জবণীয়তার উপর তাপের প্রভাব: একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত ত্রবণকে

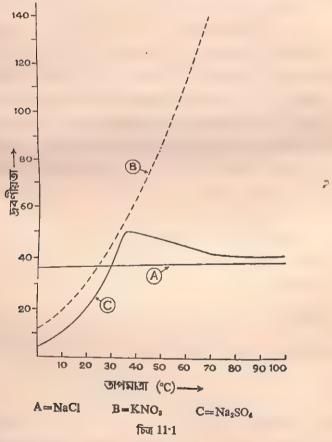
আরও গরম করলে দেখা যায় যে ত্রবণটি অসম্পৃক্ত হয়ে পড়ে অর্থাৎ তথন

আরও জাব গ্রহণ করতে পারে। গরম অবস্থায় জলে লবণ দিয়ে ত্রবণটি আরও

গাঢ় করা সন্তব। কিন্তু ত্রবণটি ঠাণ্ডা হতে দিলে দেখা যাবে যে ত্রবণের নিচে

জাব জমা হতে শুক করেছে। তার অর্থ ত্রবণটি আবার সম্পৃক্ত হয়ে পড়েছে।

স্থতরাং ত্রাবের ত্রবণীয়তা তাপমাত্রার উপর নির্ভরশীল। উদাহরণস্বরূপ থাত্



লবণের দ্রবণীয়তা 10°C-এ 35·7, 30°C-এ 36·3, 50°C-এ 37, 70°C-এ 37·8। স্থাবার ভূতের দ্রবণীয়তা 10°C-এ 14·3, 30°C-এ 25,50°C-এ

33·3, 80°C-এ 55। স্ত্রবনীয়তার উপর তাপমাত্রার প্রভাব লেখের সাহায্যে প্রকাশ করা হয়। লেখের X-অক্ষ বরাবর তাপমাত্রা এবং Y-অক্ষ বরাবর স্প্রবন্ধিয়তা আঁকা হয়। 11.1 চিত্রে স্ত্রবনীয়তা-লেখ বা স্ত্রবনীয়তা-রেখা দেখ। ইংরেজীতে একে সলিউবিলিটি কার্ভ বলে। তিনটি ভিন্ন স্প্রাবের জ্বলে স্ত্রবনীয়তা তাপমাত্রা বৃদ্ধির সঙ্গে কি ভাবে পরিবর্ভিত হয় দেখান হয়েছে। খাছ্ম লবণের (NaCl) স্তর্বনীয়তা O°C থেকে 100°C তাপমাত্রা পর্যন্ত বিশেষ কিছু বাড়ে না। পট্যাসিয়ম নাইটেটের (KNO3) স্তর্বনীয়তা তাপমাত্রা বাড়ার সঙ্গে খুব বেশি বাড়ে। আবার সোডিয়ম সালফেটের (Na2SO1) স্তর্বনীয়তা O°C থেকে 35°C তাপমাত্রা পর্যন্ত বাড়ে বটে কিন্তু তাপমাত্রা 35°C থেকে বেশি বাড়ালে স্তর্বনীয়তা কমতে থাকে। তরলে গ্যাসের স্তর্বনীয়তা কমে ঘায়। জল গরম করলে স্ববীভূত গ্যাস জল থেকে বেরিয়ে যায়। চাপের প্রভাবে গ্যাসের স্তর্বনীয়তা বাড়ে। সোডা-ওয়াটার তৈরির সময় চাপ বাড়িয়ে বেশি পরিমাণ কার্বন ডাইঅক্সাইড স্থনীভূত করে বোতলে ভর্তি করা হয়। বোতলের ছিপি খুললেই চাপ কমে যাওয়ায় কিছু গ্যাস বেরিয়ে যায়।

🗢 ২ প্রতীক চিচ্চ, সংকেত ও সমীকরণ

প্রভীক-চিহ্ন

তোমরা দেখেছ মৌলগুলির বা যৌগগুলির নাম বার বার উল্লেখ করার বা লেখার পক্ষে বেশ বড়। বহুকাল ধরেই লোকে এই অস্থবিধা ভোগ করে অনেকে অনেক রকম সংক্রেত ব্যবহার করে থাকতেন। আধুনিক বিজ্ঞানের পত্তনের প্রথম যুগে জন ভাগলটন প্রভাকটি মৌলের জন্ম একরকম প্রভীক চিহ্ন ব্যবহার আরম্ভ করেন। কার্বনের জন্ম কালো বৃত্ত, কপোর জন্ম অর্ধচন্দ্র প্রভৃতি। কিন্তু এতে বিশেষ স্থবিধে হয় নি। এখন যে প্রতীক-চিহ্ন ব্যবহার হয় তা সমস্ত আন্তর্জাতিক বৈজ্ঞানিক সভায় স্বীকৃত। মৌলের রাসায়নিক প্রতীক-চিহ্ন হিদাবে দাধারণত মৌলটির ইংরেজী বা ল্যাটিন নামের আত্য অক্ষর রোমান হরফে লেখা হয়। একাধিক মৌলের আগ্ত অক্ষর এক হলে ছটি অক্ষরও निषय (स्थाप हो एक (Hydrogen) H. हिलियम (Helium) He, লিখিয়ম (Lithium) Li, বেরিলিয়ম (Beryllium) Be, বোরন (Boron) B, কার্বন (Carbon) C, নাইটোজেন (Nitrogen) N, অক্সিজেন (Oxygen) O, ফোবিন (Fluorine) F, দোভিন্ন (Sodium-ল্যাটিনে Natrum) Na. পট্যাদিয়ম (Potassium ন্যাটিনে Kalium) K. ভাষা (Copper বা Cuprum) Cu, টিন (Tin বা Stannum) Sn, লেড (Lead ৰা Plumbum) Pb, পারদ (Mercury বা Hydragyrum) Hg, লোহা (Iron বা Ferrum) Fe, জিছ (Zinc) Zn প্রভৃতি। এই অধ্যায়ের শেষে মোলদের তালিকা ও প্রতীক-চিহ্ন দেওয়া আছে।

প্রতীক-চিহ্নের দাহায্যে কোন মৌল ও কতগুলি পরমাণু বোঝান সম্ভব।
একটি হাইড্রোজেন পরমাণু—H, ছটি অক্সিজেন পরমাণু 20, তিনটি
ইউরেনিয়ম পরমাণু 3U। মনে রেথ রাসায়নিক প্রতীক রোমান হরফে
(থাড়া) লেথা হয়। প্রতীক-চিহ্নের পর কোন ফণ চিহ্ন (.) থাকবে না।

সংকেড

তোমরা আগেই জেনেছ হাইড্রোজেন অণুতে হুটি পরমাণু থাকে। প্রতীক চিহ্ন 2H বললে হুটি H পরমাণু বোঝাবে। হাইড্রোজেন অণু বোঝাতে ব্যবহার করতে হবে সংকেত বা ফরমূলা। হাইড্রোজেন অণুর সংকেত H_2 । লক্ষ্য করবে H2 নয়। H এর ডানদিকে একটু নিচে ছোট হরফে 2 লিথতে হবে। একই নিয়মে O_2 , N_2 যথাক্রমে অক্সিজেন ও নাইট্রোজেন মৌলের অণুর সংকেত। তামা, লোহা, নিকেল প্রভৃতি ধাতুর অণুতে একটিই পরমাণু থাকে, ভাই সংকেতগুলি যথাক্রমে Cu, Fe, Ni। আবার একাধিক অণু বোঝাতে সংখ্যাবাচক বাশিটি সংকেতের বাঁ দিকে বসবে। যেমন 3Cu, $4H_2$ । যৌগগুলির অণু বোঝাতে সংকেত বিশেষ কাজে লাগে। যেমন জল H_2O , কার্বন ডাই অক্সাইড CO_2 , সালফার ডাইঅক্সাইড SO_2 , হাইড্রোজেন সালফাইড H_2S , হাইড্রোক্রোরিক আ্যাসিড HCl, সালফিউরিক আ্যাসিড H_2SO_4 , নাইট্রিক আ্যাসিড HNO_3 , তুঁতে বাকপার সালফেট $CuSO_4$, থাত্য-লবণ NaCl, কঙ্কিক সোডা NaOH, ক্যালসিয়ম কার্বনেট (মার্বেল পাথর) $CaCO_3$ প্রভৃতি।

যোগের সংকেতের সাহায্যে জানা যায় কি কি মোল দিয়ে যোগটি গঠিত এবং মোলগুলি কি অমুপাতে কেমনভাবে আছে। এ ছাড়া জানা যায় আণবিক ভার যার কথা ভোমরা প্রের বছর পড়বে।

যোজ্যভা

যৌগপরমাণুর সংকেত লিখতে হলে মৌলগুলির পরম্পারের সঙ্গে যুক্ত হবার ক্ষমতা জানলে স্ববিধা হয়। যে কোন মৌল যে কয়টি হাইড্রোজেন বা সেই রকম অন্ত মৌলের সঙ্গে যুক্ত হতে পারে সেই সংখ্যাকে মৌলটির যোজ্যতা বা ভ্যালেন্দি বলে। হাইড্রোজেনের যোজ্যতা এক ধরা হয়। উদাহরণস্বরূপ একটি Cl পরমাণু একটি H পরমাণুর সঙ্গে যুক্ত হয়, স্বতরাং Cl এর যোজ্যতা এক। একটি O পরমাণুর সঙ্গে ছটি H পরমাণু যুক্ত হয়, তাই O এর যোজ্যতা তই। যোজ্যতা পরমাণুর একটি বাদায়নিক ধর্ম।

যোজ্যতা এক থেকে দাত হতে পারে। কোন কোন পরমাণুর যোজ্যতা একের বেশি হয়, যেমন নাইট্রোজেন দিয়ে N_2O , NO, N_2O_3 , N_2O_4 , N_2O_5 যোগগুলি হয়। মনে রাখার স্থবিধার জন্ম যোজ্যতার একটি তালিকা দেওয়া হল।

<i>যোজ্য</i> তা	মোলের নাম
1	H, F, Cl, Br, I, Na, K, Ag, N
2	N, O, Mg, Fe, Ca, Zn, S, Pb

যোজ্যতা	মোলের নাম
3	N, Al, Fe, Cr, Au, P, B.
4	N, C, Si, Sn, Pb
5	N, P, As, Sb
6	S, Br
7	Mn
8	Os

যে সব মৌল নিজিয় তাদের যোজ্যতা শৃত্য ধরা হয়—যেমন, হিলিয়ম, নিয়ন, আরগন, জিপটন, জিনন প্রভৃতি—এইগুলি সবই সাধারণ তাপ ও চাপে গ্যাস অবস্থায় থাকে।

মূলক: যৌগের সংকেত ঠিক মত লিখতে ও তাদের নাম জানতে আরও একটি বিষয় জানলে স্থবিধে হয়। কয়েকটি মৌলের পরমাণু নিজেদের মধ্যে জোট বেঁধে থাকে। এগুলি ঠিক যৌগ নয়, কিন্তু যৌগ তৈরির সময় অংশ নেয়। যৌগটিকে বিশ্লেষণ করার সময় এবা একসঙ্গেই আলাদা হয়। রাসায়নিক বিক্রিয়াতেও এরা জোট হিসাবে কাজ করে। এদের বলা হয়— মূলক বায়াডিকাল। সব থেকে সাধারণ উদাহরণ: OH (হাইজ্র্য়াইড), NO3 (নাইটেট), NH4 (আামোনিয়ম), CO3 (কার্বনেট), PO4 (ফসফেট) ইত্যাদি। যৌগ তৈরির সয়য় OH মূলক K-র সঙ্গে যুক্ত হয়ে তৈরি করে KOH (পট্যাদিয়ম হাইজ্র্য়াইড বা বাজারের কঙ্কিক পটাশ) এবং Na-র সঙ্গে যুক্ত হয়ে হয় NaOH (সোডিয়ম হাইজ্রাইড বা বাজারের নাম কঙ্কিক সোডা)। OH এর যোজ্যতা এক। সিলভার নাইটেউ AgNO3, আামোনিয়ম নাইট্রেট NH4NO3, ক্যালিয়ম কার্বনেট CaCO3, সোডিয়ম ফসফেট Na3 PO4। স্তর্বাং NO3, NH4 মূলকগুলির যোজ্যতা তুই এবং PO4 মূলকের যোজ্যতা তিন।

পরমাণুর গঠন দম্বন্ধে যথন বিস্তারিতভাবে পড়বে তথন জানতে পারবে যে যোজাতা, মৃদক গঠন ইত্যাদি বিষয়ে ইলেকট্রনের ভূমিকা অত্যস্ত গুরুত্বপূর্ণ এবং যোগের দংকেত লেথাও তথন তোমাদের কাছে দহজ অভ্যাদে দাঁড়িয়ে যাবে।

রাসায়নিক সমীকরণ

বীজগণিতে সমীকরণ তোমরা পড়েছ এবং অনেক সমীকরণের সমাধানও করেছ। রসায়নে সমীকরণ বলতে কি বোঝায়? তোমরা রাসায়নিক পরিবর্তনের কথা পড়েছ। ধরা যাক হুটি রাসায়নিক বস্তু A এবং B মিলিড হবার পর রাসায়নিক পরিবর্তনে C এবং D বস্তুতে পরিণত হল। তাহবে রাসায়নিক সমীকরণে লেখা যাবে

$$A+B=C+D$$

যে প্রক্রিয়াতে পরিবর্তনটি হল তাকে বলে রাসায়নিক বিজিন্যা। এখন
নিশ্চয় বুঝতে পারছ যে একমাত্র বিজিয়া দিয়েই রাসায়নিক পরিবর্তন সম্ভব।
যে সমীকরণ, সংকেতের সাহায্যে রাগায়নিক বিজিয়ায় অংশগ্রহণকারী বস্তদের
ও বিজিয়ালন্ধ বস্তদের বর্ণনা করে, তাকেই রাসায়নিক সমীকরণ বলে। H
এবং Cl মিলে HCl হয় তাহলে সেই বিজিয়ার রাগায়নিক সমীকরণ হবে

 $H_2+Cl_2=2HCl$

আরও কয়েকটি বাদায়নিক সমীকরণের উদাহরণ

 $2H_2 + O_9 = 2H_2O$

 $N_2 + 3H_2 = 2NH_3$ (प्यांत्यांनिया)

4P+5O2 = 2P2O5 (ফ্সফ্রাস পেন্ট্র্রাইড

 $Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2$

 $NH_3 + H_3O = NH_4OH$ (আামোনিয়ম হাইড়্ঞাইড)

সমীকরণে সমতা রক্ষা—বাদায়নিক দমীকরণ শুদ্ধ করে লিখতে হলে মনে রাখতে হবে—(1) যে বিক্রিয়াটি বর্ণনা করা হচ্ছে, দেটি বাস্তব হতে হবে, (2) বিক্রিয়ায় অণুরা অংশ গ্রহণ করে, স্বভরাং মৌলদের ক্ষেত্রে আপবিক সংকেত ব্যবহার করতে হবে, (3) দমান চিহ্নের ছই দিকে মৌলদের পরমাণ্ড সংখ্যা সমান থাকবে। একটি উদাহরণ নেওয়া যাক। জানা আছে যে খাজলবণ সোভিয়ম ক্রোরাইভ সোভিয়ম থাতু ও ক্লোরিন গ্যাস দিয়ে গঠিত। অভএব সমীকরণ হবে—

দোভিন্নম+ক্লোবিন=দোভিন্নম ক্লোবাইড Na+ Cl₂ = NaCl।

এতে এক নম্বর ও ছ নম্বর দর্ভ ঠিক আছে, তবু সমীকরণে সমতা নেই,

কারণ সমান চিহ্নের বাঁদিকে ক্লোরিন অণু ছটি এবং ডান দিকে একটি। ভাই সমতা বক্ষার জন্ম লিখতে হবে

2Na+Cl₂=2NaCl

অর্থাৎ প্রতিটি থাত্য-লবণ অণু তৈরি করতে একটি ক্লোরিন অণু ও গৃটি সোভিয়ম অণু প্রয়োজন। এর আগে যে দব দমীকরণের উদাহরণ আছে, সেগুলি মিলিয়ে দেখ একইভাবে দমতা রক্ষা করা হয়েছে। দমীকরণ লেখার সময় যোজ্যতা কত দেটা মনে রাখলে নিভূল দমীকরণ লিখতে পারবে। আবার লক্ষ্য করলে দেখবে মূলকগুলি জোট বেঁধেই বিক্রিয়ায় অংশ নেয়। এছাড়াও দমান চিহ্নের তুই দিকের বস্তুর ভর-দাম্যও বজায় রাখতে হবে।

বাদায়নিক সমীকরণে কি কি থবর জানতে পারা যায়—(1) কোন কোন বস্তু পরম্পর বিক্রিয়া করে, (2) কোন কোন বস্তু ছারা কোন কোন বস্তু তৈরি হয়, (3) বিক্রিয়ার অংশ নিচ্ছে যে দব বস্তু তাদের কতগুলি করে অণু দরকার এবং বিক্রিয়ার পর যে দব বস্তু তৈরি হচ্ছে, তাদের কতগুলি করে অণু পাওয়া যায়। পরমাণ্ ভার ও আণবিক ভার দম্বন্ধে পড়া হলে জানবে (4) দ্মীকরণের সাহায্যে দ্মান চিহ্নের ঘুই দিকের বস্তুদের ভার এবং গ্যাদের ক্ষেত্রে আয়তনও জানা সম্ভব।

সমীকরণে কি কি থবর জানা যায় না—(1) বিক্রিয়াটি তাপগ্রাহী বা তাপমোচী কি না, (2) যে যে বল্প দিয়ে যা যা তৈরি হচ্ছে তাদের ভৌত অবস্থা—কঠিন, তরল না গ্যাদ, (3) চাপ, তাপ ইত্যাদির কোন বিশেষ অবস্থায় বিক্রিয়াটি ঘটে, (4) কি হারে বিক্রিয়াটি ঘটে।

চার নম্বর থবরটি বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ। কয়লা পুড়ে তাপ স্বাষ্ট হয়। আবার বারুদ পুড়েও তাপ স্বাষ্ট হয়। কয়লা পোড়ে আন্তে আন্তে তাই কয়লা জালানি। আবার বারুদ পোড়ে এক নিমেষে তাই বারুদ বিস্ফোরক।

মৌলদের নাম ও প্রভীক চিক্

1	হাইড়োজেন	Hydrogen	н
2	হিলিয়ম	Helium	He
3	लि थित्रम	Lithfum	Lì
4	বেরিলিয়ম	Beryllium	Ве
5	বোরন	Boron	В

			С
6	কার্বন	Carbon	
7	ना रे द्या खन	Nitrogen	0 N
8	অব্লিজেন	Oxygen	F
9	ফ্রোরিন -	Fluorine	Ne
10	नियन	Neon	Na
11	শো ডিয়ম	Sodium	Mgt
12	ম্যাগনে দিয়ম	Magnesium	_
13	অ্যালুমিনিয়ম	Aluminium	Al
14	নিলিক ন	Silicon	Si
15	ফসফরাস	Phosphorus Phosphorus	P
16	সালকার, গন্ধক	Sulphur	S
17	ক্লোরিন	Chlorine	Cl
18	জার্গন	Argon	[Ar
19	পট্যাসিয়ম	Potassium	K
20	ক্যালসিয়ন	Calcium	Ca
21	স্ক্যাণ্ডিয়ম	Scandium	Sc
22	টাইটেনিয়ম	Titanium	Ti
23	ভাৰেডিয়ম	Vanadium	V
24	ক্রোমিয়ম	Chromium	Cr
25	ম্যাংগানিজ	Manganese	Mn
26	আয়রন, লোহা	Iron	Fe
27	কোৰাণ্ট	Cobalt	Со
28	निर्कण	Nickel	Ni
29	কুপার, তামা	Copper	Cu
30	ঞ্জিক, দন্তা	Zinc	Za
		Gallium	Ga
31 32	-	Germanium	Ge
33	_	Arsenic	As
34	_	Selenium	Se
35		Bromine	Br
	_ 6	Krypton	Kr
36		Rubidium	Rb
37		Strontium	Sr
38		Yttrium	Y
39) इंग्लियम	Tittiam	

বিজ্ঞান পরিচয়: পদার্থবিভা ও রদায়ন ৩

220

40	জারকোনিয়ম	Zirconium	Zr
41	<u> বায়োবিরম</u>	Niobium	Nb
42	মলিবডেনম	Molybdenum	Mo
43	টেকনিদিয়ম	Technetium	Tc
44	রুপেনিয়ম	Ruthenium	Ru
45	রোভিন্নম	Rhodium	Rh
46	প্যাকেডিয়ম	Palladium	Pd
47	দিলভার, কুপো	Silver	Ag
48	ক্যাডমিয়ম	Cadmium	Cd
49	ইণ্ডিম্ম	Indium	In
50	টিল	Tin	Sn
51	স্বাণ্টিমনি	Antimony	Sb
52	टिन् त्रिम्	Tellurium	Te
53	স্বা য়োডিন	Iodine	I
54	वि नन	Xenon	Xe
55	সি জি য়ম	Caesium	Ca
56	বেরিরম	Barium	Ва
57	,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	Lantbanum	La
58 59	সিরিয়দ প্রেসিওডিমিয়ন	Cerium	Ce
		Praseodymium	Pr
60	নিওডিমিরম	Neodymium	Nd
61	প্রমিধিয়ম	Promethium	Pm
62	স্থা মারিরম	Samarium	Sm
63	ইউরোপিয়ম	Europium	Eu
64	গাভোলিনিয়ম	Gadolinium	Gd
65	हो विग्रम	Terbium	Tb
66	ডি স ্থোসির্য	Dysprosium	Dy
67	হোল মিহ্নম	Holmium	Но
68	ব্যারবিয়ম	Erbium	Er
69	थ्लित्रम	Thulium	Tm
70	ইটারবিয়ম	Ytterbium	Yb
71	লুটে সিয়ম	Lutetium	Lu
72	হাক্নির্ম	Hafnium	Hf
73	ট্যাণ্টালম	Tantalum	Ta

74	টাংস্টেন	Tungsten	W
75	রিশিয়ম	Rhenium	Re
76	অসমিয়ম	Osmium .	Os
77	ইরিডিয়ম	Iridium	Ir
78	প্র্যাটিন্ম	Platinum	Pt
79	গোল্ড, দোনা	Gold	Au
80	মার্কারি, পারদ	Mercury	Hg
81	থ্যালিয়ম	Thallium	Tl
82	নেড, সীসা	Lead	Pb
83	বিসমাধ	Bismuth	Bi
84	পোলোনিয়ন	Polonium	Po
85	আাদটেটাইন	Astatine	At
86	রেডন	Radon	Rn
87	ক্রান্সিয়ন	Francium	Fr
88	রেডিয় ম	Radium	Ra
89	আক্টিনিয়ম	Actinium	Ac
90	থোরিয়ম	Thorium	' Th
91	<u>প্রোটো স্যাকটিনিয়ম</u>	Protoactinium	Pa
92	ইউরেনিয়ম]	Uranium	U
93	নেপচুনিয়ম?	Neptunium	Np
94	প্রটোনিয়ম	Plutonium	Pu
95	আমেরিসিয়স	Americium	Am
96	ক্রিরম	Curium	Cm
97	বার্কেলিয়ম	Berkelium	Bk
	11-11-11	100 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00	
98	ক্যালিফোর্নিয়ম	Californium	Cf
98 99	**		Cf Es
99	ক্যালিফোর্নিয়ম	Californium	-
99	ক্যালিফোর্নিয়ম আইনস্টাইনিয়ম ফার্মিয়ম	Californium Einsteinium	Es
99 100	ক্যালিফোর্নিয়ম আইনস্টাইনিশ্বম ফার্মিয়ম মেডেলেভিশ্বম	Californium Einsteinium Fermium Mendelevium Nobelium	Es Fm
99 100 101	ক্যালিফোর্নিয়ম আইনস্টাইনিয়ম ফার্মিয়ম মেণ্ডেলেভিয়ম নোবেলিয়ম সার্মের	Californium Einsteinium Fermium Mendelevium Nobelium Lawrencium	Es Fm Md
99 100 101 102	ক্যালিফোর্নিয়ম আইনস্টাইনিরম ফার্মিয়ম মেণ্ডেলেভিরম নোবেলিরম সরেকিরম	Californium Einsteinium Fermium Mendelevium Nobelium	Es Fm Md No
99 100 101 102 103	ক্যালিফোর্নিয়ম আইনস্টাইনিস্কম ফার্মিয়ম মেণ্ডেলেভিস্কম নোবেলিয়ম লবেলিয়ম সারোক্যিকি	Californium Einsteinium Fermium Mendelevium Nobelium Lawrencium	Es Fm Md No Lw

১৩ তড়িৎ বিশ্লেষণ

বিহাৎ বা তড়িৎ তোমাদের কাছে অজানা নয়। কোন কোন বস্ত তড়িৎ চলাচলের পক্ষে উপযোগী আবার কোন কোন বস্ত উপযোগী নয়। সাধারণত ধাতব বস্ত তড়িৎ প্রবাহের উপযোগী। তড়িং পরিবাহী হিদেবে সর্বশ্রেষ্ঠ কপো, তার পর তামা। কপো মূল্যবান ধাতৃ। আমাদের দেশে তামা ও কপো ফ্লভ নয় তাই এদের পরিবর্তে আলুমিনিয়মের তার ব্যবহার হয়। অধাতৃগুলি তড়িং অপরিবাহী। উপযোগী না হলেও সকল বস্তুতেই তড়িং প্রবাহিত হয়। মাত্রা থবই সামাত্ত হলেও। তরলের ভিতর দিয়েও তড়িং প্রবাহিত হয়। নানা জাতীয় আাদিড, কার বা দ্রবণের ভিতর দিয়ে তড়িং প্রবাহিত করা যায়। আবার রবার, তারপিন তেল, পেট্রল প্রভৃতি থনিজ তেল, অনেক ধরনের জৈব তেলের মধ্যে তড়িং চলাচল করে না বললেই চলে। যে সব বস্তর ভেতর দিয়ে তড়িং চলাচল করে না বললেই চলে। ইন্স্লেটর বলে।

দেখা গেছে যে, কয়েক বকমের তরলে তড়িৎ প্রবাহিত করলে তড়িতের প্রভাবে তরলটিতে রাদায়নিক পরিবর্তন হতে থাকে এবং তরলটি উপাদান মৌল এবং মূলকে বিশ্লিষ্ট হয়। অনেক স্রবনে এই প্রভাব দেখা যায়। থাছ লবণ জলে দ্রবীভূত করে, দেই স্রবনে তড়িৎ প্রবাহ পাঠালে থাছা লবণ Na এবং CI উপাদান মৌলে বিশ্লিষ্ট হয়। আবার এও দেখা গেছে যে NaCI গরম করে গলিয়ে ফেললে তরল NaCla তড়িৎ প্রবাহিত করলেও দেটি Na ও Cl এ বিশ্লিষ্ট হয়। যে সকল যৌগ দ্রবনে বা তরল অবস্থায় তড়িৎ প্রবাহে বিশ্লিষ্ট হয়, তাদের তড়িদ্বিশ্লেষ্ট বা ইলেকট্রোলাইট বলে। ইলেকট্রোলাইটের উদাহরণ NaCl, AgNO₈, CuSO₄, HCl, HNO₈, H₂SO₄, NaOH, KOH, ইত্যাদি।

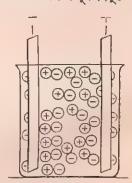
যে সকল যোগ জবণে বা তরল অবস্থায় তড়িং প্রবাহে বিশ্লিষ্ট হয় না তাদের তড়িদ অবিশ্লেষ্ঠ বা নন্-ইলেকট্রোলাইট বলে। চিনি, গ্লুকোজ, আালকোহল, ইউরিয়া ইত্যাদি নন-ইলেকট্রোলাইট।

উড়িৎ প্রবাহের দাহায়্যে দ্রবণে বা তরল অবস্থায় যৌগের রাদায়নিক বিলেষণকে ভড়িন-বিল্লেষণ বা ইলেক্টোলিদিন বলে।

আয়ন ও আয়নন

তড়িদ্-বিশ্লেষণ যে হয় এই সত্য পরীক্ষা করে জানা গেছে। কিন্তু কেন হয় এবং কি করে হয় এর ব্যাখ্যা প্রথম করেন স্থইডিশ বিজ্ঞানী আরহেনিয়স 1884 প্রীন্টান্দে। আরহেনিয়সের বয়স তথন মাত্র পঁচিশ বছর। আরহেনিয়স বলেন যে সকল বস্তু তড়িদ্-বিশ্লেয় বা ইলেক্ট্রোলাইট তাদের মধ্যে তড়িৎ ধর্ম বর্তমান। দ্রবণে বা তরলে এরা পদ্দিটিভ ও নেগেটিভ—এই তৃটি বিপরীত তড়িৎ-ধর্মী উপাদানে বিয়োজিত হয় (চিত্র 13.1)। বিয়োজিত হলেও একেবারে আলাদা হয় না এবং তথনও তড়িৎ ধর্ম দেখা দেয় না। কিন্তু তরলে তড়িদ্-ছারের সাহায্যে তড়িৎ ক্ষেত্র প্রয়োগ করলে পদ্দিটিভ অংশটি নেগেটিভ তড়িদ্-ছারের দিকে এবং নেগেটিভ অংশটি পদ্দিটিভ তড়িদ্-ছারের দিকে এবং নেগেটিভ অংশটি পদ্দিটিভ তড়িদ্-ছারের দিকে আরুষ্ট হয়। তড়িদ্-বিভব যথেষ্ট হলে পদ্দিটিভ ও নেগেটিভ অংশগুলি সম্পূর্ণ বিযুক্ত

হয়ে বিপরীতধর্মী তড়িদ্-মারের দিকে চলে যায়।
আয়নগুলি প্রবাহিত হয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহ স্বষ্টি
করে। যতক্ষণ পর্যন্ত সমস্ত পজিটিভ অংশ
নেগেটিভ তড়িদ্-মারে এবং নেগেটিভ অংশ
পজিটিভ মারে না যাবে ততক্ষণ তড়িৎ প্রবাহ
চলবে। দ্রবণে বা তরলে বিয়োজন হলে
বিয়োজিত তড়িদ্-ধর্মবিশিষ্ট অংশগুলির আরহেনিয়দ নাম দেন আয়ন। যে আয়নগুলি
নেগেটিভ তড়িদ্-মার বা ক্যাথোডের দিকে যায়



চিত্ৰ 13.1

তাদের বলা হয় ক্যাটায়ন এবং এগুলি + চিহ্ন দিয়ে দেখান হয়। স্বার যেগুলি পঞ্জিটিভ তড়িদ্-দার বা স্ব্যানোডের দিকে যায় তাদের বলা হয় স্ব্যানায়ন এবং এগুলি – চিহ্ন দিয়ে দেখান হয়।

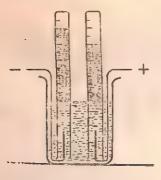
দ্রবণে বা তরলে যোগের বিপরীতধর্মী আয়নে বিয়োজনকে বলা হয় আয়নন।

আয়ন বা আয়নন কথাগুলি প্রথম ব্যবহৃত হয় তড়িদ্-বিশ্লেষণ ব্যাখ্যা করার জন্ম। পরে অবশ্য এর ব্যবহার অনেক ব্যাপক হয়েছে, ভোমরা ক্রমে ক্রমে জানতে পারবে। নানা বকমের দ্রবণে ও তরলে তড়িৎ প্রয়োগ করে কোনটি ক্যাটায়ন বা অ্যানায়ন জানা গেছে। আয়নগুলি মৌল ও মূলক। তোমাদের পরিচিত যোগ, যারা তড়িদ্-বিশ্লেষ্য, তাদের আয়ন পরিচিতি দেওয়া হল।

NaCl	\rightarrow	Na ⁺	Cl-
CuSO ₄	>	Cu ⁺⁺	(SO ₄)-
AgNO ₃	\rightarrow	Ag ⁺	(NO ₃)~
NH ₄ Ci	\rightarrow	$(NH_4)^+$	Cl-
HCl	\rightarrow	H ⁺	Cl-
HNO_3	->	H ⁺	$(NO_3)^-$
H ₂ SO ₄	\rightarrow	2H+	(SO ₄) ⁻
H_2O	\rightarrow	H ⁺	(OH)-
NaOH	\rightarrow	Na ⁺	(OH) ⁻
KOH	→	K ⁺	(OH) ⁻

আয়ন, আয়নন ইত্যাদি আরও পরিষ্কারভাবে ব্রুতে পারবে পরমাণ্র গঠনে ইলেকট্রনের ভূমিকা জানার পর। কিন্ত মনে রেথ আরহেনিয়দ যথন আয়ন ও আয়নন প্রচলন করেন তথনও ইলেকট্রনের আবিষ্কার হয়নি। ইলেকট্রন আবিষ্কার করেন জে. জে. টমদন, 1897 এটিকে।

জলে তড়িৎ-প্রবাহের প্রভাব: বিশুদ্ধ জল তড়িৎ প্রবাহের খ্ব উপযোগী নয়। কিন্তু অল্ল পরিমাণ লবণ বা অ্যাদিড দিলে তড়িৎ প্রবাহের



চিত্ৰ 13,2

উপযোগী হয়। একটি বীকারে জল নিয়ে তাতে কয়েক কোঁটা দালফিউরিক অ্যাদিড দাও। তারপর ছটি লম্বা জলভর্তি টেস্ট টিউব উলটো করে বীকারের মধ্যে দাঁড় করাও (চিক্র 13.2)। ছটি ধাতব দণ্ড বা দক প্লেট টিউব ছটির মধ্যে পুরে দে ছটি অস্তরক তারের দাহায়ে জলের বাইরে এনে তড়িৎ বর্তনীতে যোগ কর। এখন বর্তনীতে চাবি বা স্থইচ দিলেই জলের মধ্যে দিয়ে

ভড়িৎ প্রবাহিত হবে। ফলে নেগেটিভ তড়িদ্-ম্বারে হাইড্রোজেন গ্যাস এবং

পজিটিভ তড়িদ্-ঘারে অক্সিজেন গ্যান জমা হতে থাকবে। টেন্ট টিউবগুলি যদি অংশান্ধিত হয় তবে দেখা যাবে প্রতি ছই ভাগ হাইড্রোজেন গ্যান যে নুময়ে জমা হয় সেই নুময়ে এক ভাগ অক্সিজেন গ্যান জমা হবে।

আমননের দাহায্যে জলের বিশ্লেষণ খুব দরল নয়। প্রথমে $\mathbf{H_2O} = \mathbf{H^+}$ এবং $\mathbf{OH^-}$ হয়। $\mathbf{H^+}$ টি : নেগেটিভ তড়িদ্-ছারে গিয়ে $\mathbf{H_2}$ গ্যাদ হিদেবে আহরিত হয়। $(\mathbf{OH})^-$ মূলকটি পজিটিভ তড়িদ্-ছারে এদে প্রশমিত হয়। পরে চারটি (\mathbf{OH}) মূলক নিজেদের মধ্যে বিক্রিয়ায় জল ও অক্সিজেন তৈরি করে এবং $\mathbf{O_2}$ গ্যাদ পজিটিভ তড়িদ্-ছারে জমা হয়।

তড়িৎ প্রয়োগে জল বিশ্লেষিত হয়, কিন্তু জল কি ইলোক্টোলাইট ? জল জতি মৃত্ ইলেকটোলাইট। বিশুদ্ধ জলে প্রতি এক কোটি অণুতে একটি H+ আয়ন হয়। সাধারণ তড়িৎ পরিবাহীর সঙ্গে ইলেক্টোলাইটের পার্থক্য এই যে, পরিবাহীতে ইলেকটনের প্রবাহ তড়িৎ প্রবাহ স্পষ্ট করে আর ইলেকটোলাইটে আয়ন প্রবাহ তড়িৎ প্রবাহ স্পষ্ট করে। পরিমাণে অত্যন্ত কম হলেও জলে তড়িৎ আয়ন ধারা প্রবাহিত হয়। সেই হিসেবে জল ইলেকটোলাইট।

তড়িৎ প্রবাহের ব্যবহারিক সংজ্ঞা: তড়িদ্-বিশ্লেষণের সাহায্যে তড়িৎ প্রবাহের আন্তর্জাতিক ব্যবহারিক সংজ্ঞা দেওয়া হয়। AgNOয়র প্রবণ তড়িদ্ বিশ্লেষণে নেগেটিভ তড়িদ্-বারে Ag গচ্ছিত করে। দিলভার নাইট্রেটর প্রবণে যে প্রবাহ প্রতি দেকেতে 0.001118 g দিলভার নেগেটিভ তড়িদ্-বারে গচ্ছিত করে তাকে এক অ্যাম্পিয়র বলে। সংজ্ঞাটি লক্ষ্য করে দেথ কেবলমাত্র ভর ও সময় মেণে তড়িৎ প্রবাহের মান নির্ণয় করা হয়।

ভড়িৎ লেপন

তড়িদ্-বিশ্লেষণের নানাবিধ বাবহারিক প্রয়োগের একটি হল তড়িৎ লেপন বা ইলেকট্রোপ্রেটিং করা। যে সমন্ত ধাতৃর উপরিতল হাওয়ার বা জলের সংস্পর্লে এলে অক্সাইড তৈরি হয়ে অমলিন হয়ে পড়ে এবং ক্ষয়ে যেতে থাকে, দেগুলির উপরে হাওয়া বা জলে মলিন হয় না এমন ধাতু লেপন করা হয়। তড়িদ্-বিশ্লেষণের সাহায্যে ধাতুলেপনকে তড়িং লেপন বলে। যে কোন শহরে থোঁজ করলেই কোথায় ইলেকটোপ্লেটিং হয় জানতে পারবে এবং পারবে

গিয়ে দেখে এদো। দাধারণত লোহা, তামা, পিতল প্রভৃতি দিয়ে তৈরি বস্তুকে ক্ষয় থেকে বাঁচাবার জন্ম এবং দেখতে স্থানর করার জন্ম অনেক সময় নিকেল, ক্রোমিয়ম, কপো বা দোনা দিয়ে লেপন করা হয়। স্টেনলেদ স্থালে মরচে পড়ে না বা দাগ ধরে না। কিন্তু অন্ম যে কোন ধাতু বা সংকর ধাতু দিয়ে তৈরি কাঁটা, চামচে নিকেল প্লেট করা হয়। অনেক গাড়ির বাশপার ক্রোমিয়ম প্লেট করা থাকে। অনেক দিন ব্যবহারের পর নিকেল উঠে গেলে আবার নিকেল প্লেটং করান হয়।

লেপনের জন্ত নিকেল, ক্রোমিয়ম, ক্রপো এবং কোন কোন জিনিদে সোনাও ব্যবহার হয়। সোনা লেপন করাকে গিন্টি করাও বলা হয়। যে ধাতু লেপন করা হবে দেই ধাতুর লবণ ও হুবিধামত আদিড দিয়ে দ্রবণ তৈরি করা হয়। তড়িদ্-বিশ্লেষণের জন্ম ঐ ধাতুরই আানোড ব্যবহার করা হয় এবং যে বস্বটিতে ধাতুলেপন করা হবে তাকে ক্যাথোড হিদাবে ব্যবহার করা হয়। প্রথমে বস্তুটি কন্ত্রিক দিয়ে ধুয়ে তেল, গ্রীজ ইন্যাদি তুলে ফেলা হয়। তারপর লঘু হাইড্রোক্লোরিক আাদিত বা দালফিউরিক আাদিতে চুবিয়ে অক্লাইডের স্তর উঠিয়ে ফেলে ভাল করে দল দিয়ে ধুয়ে মুছে পালিশ করে তারপর ইলেকটো-প্লেটিং-এর দলিউশনে চোবান হয়। তারপর পূর্ব অভিজ্ঞতা অহুযায়ী নির্দিষ্ট সময় ধরে প্রয়োজনীয় প্রবাহ পাঠালে বস্তুটিতে ধাতুলেপন সম্পন্ন হবে। তামা লেপন করতে ব্যবহার করা হয় তামার তৈরি অ্যানোড ও কপার দালফেট সলিউশন। রুপোর জন্ম চাই রুপোর তৈরি অ্যানোড ও দিলভার নাইট্রেট অথবা পট্যাসিয়ম আর্জেণ্টা সায়ানাইড সলিউশন। নিকেলের জন্ত নিকেল আানোড ও বরিক আাসিড মিশ্রিত নিকেল দালফেট দ্রবণ। ক্রোমিয়মের জন্ম কোমিয়ম আনোড ও কোমিক আদিত এবং দোনার জন্ম দোনার অ্যানোড এবং পট্যাসিয়ম অবোদায়ানাইড সলিউশন।

অবশ্য হাতে কলমে বড় বড় ইলেকটোগ্লেটিং-এর কাজ করতে হলে আরও অনেক থবর জানা দরকার। তার জন্ম ইলেকটোগ্লেটিং দম্বন্ধে ভাল ভাল বই আছে, দেগুলি পড়ে নেওয়াই ভাল।

🍗 🕿 অ্যাসিড, ক্ষারক ও লবণ

পৃথিবীতে দকল যৌগ 92টি মৌল দিয়ে তৈরি। যৌগদের মোটামূটি ছ্ভাগ
করা যায়—অজৈব ও জৈব। আমরা অজৈব যৌগের কথা এথানে আলোচনা
করছি। প্রায় চল্লিশ হাজার অজৈব যৌগ জানা আছে। এদের তিন ভাগে
ভাগ করা যায়: (1) আাদিড, (2) ক্ষারক বা বেদ, (3) লবণ বা দন্ট।

অ্যাসিড—অ্যাদিড শব্দের অর্থ অম। প্রাচীন কিমিয়াবিদরা লক্ষ্য করেন যে বেশ কয়েক ধরনের পদার্থকে জলে গুললে দ্রবন অম স্বাদ দেয় এবং কোন ধাতুর সঙ্গে বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন গ্যাদ উৎপন্ন করে। তাঁরা এদের নাম দেন আ্যাসিড। এখন জানা গিয়েছে যে, কোন দ্রবণে হাইড্রোজেন আয়নের উপস্থিতিই হচ্ছে দেই বস্তুর অমত্বের কারণ। দেইজন্য হাইড্রোজেন আছে এমন কোন যৌগিক পদার্থের জলীয় দ্রবণ বিয়োজিত হয়ে হাইড্রোজেন আয়ন উৎপন্ন করলে দেই যৌগিক পদার্থকে অ্যাসিড বলে। উদাহরণ স্বরণ—

$HCl\rightarrow H^+ + Cl^-$; $H_2SO_4\rightarrow 2H^+ + SO_4^-$

স্তরাং HCI এবং H_2SO_4 যৌগিক পদার্থ তৃটি আাদিত। যে আদিত জলীয় দ্রবণে যত বেশি H^+ আয়ন উৎপন্ন করে দেই আাদিত তত বেশি তার। কয়েক ধরনের আাদিত ও তাদের রাদান্তনিক শংকেত দেওয়া হল : হাইড্রোক্লোবিক আাদিত HCI, দালফিউরিক আাদিত H_2SO_4 , নাইট্রিক আাদিত HNO_3 , দালফিউরাদ আাদিত H_2SO_3 । এগুলি দবই অজৈব বা খনিত আাদিত।

থেতে টক এমন যে কোন বস্তুতে আদিভ আছে। লেব্, দই, তেঁতুল সবেতেই অ্যাসিড আছে। লেব্তে আছে সাইট্রিক অ্যাসিড, দই-এ আছে ল্যাকটিক অ্যাসিড, তেঁতুলে আছে টারটারিক অ্যাসিড। ভিনিগারও এক ধরনের অ্যাসিড। এগুলি কিছু জৈব অ্যাসিডের উদাহরণ।

হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিভ, নাইট্রিক অ্যাসিভ ও সালফিউরিক অ্যাসিভের ধাতু গলাতে,গ্যাস উৎপাদনে এবং বিভিন্ন কাচ্ছে ব্যবহার হয়েথাকে। অ্যাসিভের ধর্ম ধাতৃর দঙ্গে বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন করা। একটা বীকারে এক টুকরো দস্তা নাও এবং কিছুটা লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ঢাল। দেখবে হাইড্রোজেন গ্যাস বুদবুদ আকারে বাব হচ্ছে।

$Zn+2HCl=ZnCl_2+H_2$

↑ िक्ट हित्य ग्रांम दोवान रुष्र।

ক্ষারক—যে বস্তু আাদিডের দক্ষে রাদায়নিক বিক্রিয়ার পর লবণ ও জল তৈরি করে তাকে ক্ষারক বলে। যদি দোডিয়ম হাইডুক্সাইডে হাইড্রোক্লোরিক আাদিড ঢাল দেখবে দোডিয়ম ক্লোৱাইড অর্থাৎ থাবার লবণ ও জল পাবে।

NaOH+HCl=NaCl+H2O

সোভিয়ম হাইডুক্সাইডের মত ক্যালিসিয়ম হাইডুক্সাইড, জিংক হাইডুক্সাইড, পট্যাসিয়ম হাইডুক্সাইডও ক্ষারক। দেখা গিয়েছে বস্তুর ক্ষারত্বের কারণ হচ্ছে OH মূলকের আয়নের উপস্থিতি। OH আয়নকে হাইডুক্সিল বা হাইডুক্সাইড আয়ন বলে। স্থতরাং যে সব যৌগিক পদার্থের জলীয় জবণ বিয়োজিত হয়ে হাইডুক্সাইড আয়ন উৎপন্ন করে সেই যৌগিক পদার্থকে ক্ষারক বলে। প্রায় সকল ধাতুর হাইডুক্সাইড হচ্ছে ক্ষারক। LiOH, NaOH, KOH প্রভৃতিকে ক্ষার বা অ্যালকালি বলা হয়। এরা জলে গলে যায়। স্থতরাং সব ক্ষারক কিন্তু ক্ষার নাও হতে পারে। Ba(OH)2, Mg(OH)2 প্রভৃতিকে ক্ষার মৃত্তিকা বলে। যে কোন ক্ষারের জ্বণকে ক্ষারীয় জবণ বলা হয়।

স্থুচক—আদিত বা ক্ষারকের ধর্ম হচ্ছে—কোন কোন জৈব যৌগিক পদার্থের বঙ পান্টানোর ক্ষমতা। এক কাপ চায়ের গাঢ় রঙে যদি লেবুর রস ঢাল দেখবে রঙ হালকা হয়ে গিয়েছে। আবার চায়ের সেই হালকা রঙে যদি ক্ষারীয় স্তবণ যোগ কর দেখবে রঙ আবার গাঢ় হয়ে উঠেছে। আদিত বা ক্ষারের প্রয়োগে যে সব বস্তু রঙ পান্টায় তাদের বলা হয় স্থুচক বা ইণ্ডিকেটর।

পরীক্ষাগারে লিটমাদ দ্রবণ বা লিটমাদ কাগজ হচ্ছে অতি পরিচিত স্চক।
আ্যাদিত দ্রবণে নীল লিটমাদ কাগজ লাল বঙ হয়। ক্ষারীয় দ্রবণে লাল লিটমাদ
কাগজ নীল বঙে পরিবর্তিত হয়। ফেনফথ্যালিন ও মিথাইল অরেঞ্জ নামে
আরও হুটো তরল স্চক পরীক্ষাগারে ব্যবহার করা হয়ে থাকে। এই তুটোই
কৈব যৌগিক পদার্থ। আাদিত দ্রবণে ফেন্যথ্যালিন বর্ণহীন এবং ক্ষারীয় দ্রবণে

গোলাপী দেখায়। মিপাইল অরেঞ্জের নিজের রঙ কমলা, এক ফোঁটা মেশালে অ্যানিডকে লাল ও ক্ষারককে হলুদ রঙে পরিবর্তিত করে।

লবণ—লবণ বলতে তোমরা থাবার লবণকেই বোঝ। কিন্ত থাবার লবণই
একমাত্র লবণ নয়। অনেক রকম লবণ আছে। লবণ অর্থে কি বোঝায় দেথ।
আাসিডের সঙ্গে কোন ধাতুর রাসায়নিক বিক্রিয়ার ফলে আাসিডের প্রতিস্থাপনযোগ্য হাইড্রোজেন সম্পূর্ণভাবে বা আংশিকভাবে ধাতুর ধারা প্রতিস্থাপিত
হলে যে যৌগ তৈরি হয় তাকে লবণ বা সন্ট বলে। যেমন—

 $Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2$

ZnSO4 একটি লবণ।

আাদিড ও কারকের সংযোগেও লবণ তৈরি হয়।

 $NaOH+HCl=NaCl+H_2O$ $NH_4OH+HCl=NH_4Cl+H_2O$ $H_2SO_4+NaOH=NaHSO_4+H_2O$

NaCl, NH, Cl এবং NaHSO, नवन।

লবণদের তিন্তাগে তাগ করা হয়—(1) অ্যাসিড লবণ, (2) ক্ষারকীয় লবণ এবং (3) শমিত লবণ।

আাসিভ লবণ: আসিডের হাইড্রোজেন আংশিকভাবে ধাতু বা ধাতুমূলক দিয়ে প্রতিস্থাপিত হয়ে যে লবণ তৈরি হয় তাকে আসিভ লবণ বলে। NaCl+H2SO4=NaHSO4+HCl1 এখানে NaHSO4 আসিড লবণ।

ক্ষারকীয় লবণ: আাদিড ও ক্ষারকের বিক্রিয়ায় প্রয়োজনের অতিরিক্ত ক্ষারক ব্যবহৃত হয়ে য়ে লবণ তৈরি হয় তাকে ক্ষারকীয় লবণ বলে। $Pb(OH)_2 + HCl = Pb(OH)Cl + H_2O$ । Pb(OH)Cl ক্ষারকীয় লবণ।

শনিত লবণ: ধাতৃ বা ধাতবমূলক দিয়ে অ্যাদিডের হাইড্রোজেন সম্পূর্বভাবে প্রতিস্থাপিত হয়ে যে লবণ তৈরি হয় তাকে শনিত লবণ বলে। $H_2SO_2 + 2NaOH = Na_2SO_2 + 2H_2O \mid Na_2SO_2 + NaOH = Na_2SO_3 + NaOH = Na_2SO_4 + NaOH = NaOH$

প্রশাসন—আাদিড ও ক্ষারের বাদায়নিক বিক্রিয়ার ফলে লবণ ও জল তৈরি হয়। এই রাদায়নিক বিক্রিয়ার পর যদি কোন আাদিড বা ক্ষার অবশিষ্ট না থাকে অর্থাৎ ক্ষারের ও আাদিডের স্বটুকুই রাদায়নিক বিক্রিয়ায় অংশ গ্রহণ করে তবে সেক্ষেত্রে আাদিত ও ক্ষারক একে অন্তকে প্রশমিত বা নিউট্রালাইজ করেছে বলা হয়। এই পদ্ধতিকে প্রশমন বা নিউট্রালাইজেশন বলে। প্রশমনের পর দ্রবণের অমতা বা ক্ষারত্ব থাকে না এবং স্কুচকের রঙ পান্টাতে পারে না।

অ্যাসিড ও ক্ষারকের পার্থক্য

আ্যাসিড

- (1) জলে গলে এবং জলীয় দ্রবণে বিয়োজনের পর H⁺ উৎপন্ন হয়।
 - (2) **স্বাদ অ**ল।
- (3) ধাতু ও ক্ষারকের সঙ্গে বাদায়নিক বিক্রিয়ায় লবণ তৈরি করে।
- (4) নীল লিটমাস কাগজ লাল হয়।
 - (5) रफनफथानिन वर्वशैन थारक।
 - (6) মিথাইল অরেঞ্চ লাল হয়।

ক্ষারক

- জলে গলে এবং জলীয় দ্রবণে
 বিয়োজনের পর OH⁻ উৎপন্ন হয়।
 - (2) স্বাদ ক্ষা।
- (3) আদিভের সঙ্গে রাসায়নিক বিক্রিয়ায় লবণ তৈরি করে।
- (4) লাল লিটমাস কাগজ নীল হয়।
 - (5) ফেনফথ্যালিন গোলাপী হয়।
- (6) মিথাইল অরেঞ্চ হলুদ রঙের হয়।

🖢 ে জারণ ও বিজারণ

জারণ

জারণ কথাটিতে বোঝার অক্সিজেনের সঙ্গে প্রত্যক্ষ সংযোগ। কোন পদার্থের সঙ্গে অক্সিজেনের যথন বিক্রিয়া হয় তথন তাকে জারণ বা অক্সিজেশন বলে। হাইড্রোজেন অক্সিজেনের সঙ্গে মিলিত হয়ে জল তৈরি করে। এক্ষেত্রে হাইড্রোজেন জারিত হয়েছে। যে পদার্থ জারণ করে তাকে জারক জব্য বলে। আরও ছ-একটি উদাহরণ নাও। যথন কয়লা পোড়ে তথন CO_2 তৈরি হয়। যাগনেসিয়মের একটি তার বাতাদে পোড়ালে ম্যাগনেসিয়ম অক্সাইড MgO তৈরি হয়। প্রথমটি কার্বন ও দ্বিতীয়টিতে মাগনেসিয়ম জারিত হয়েছে। সমীকরণ চুটি নিচে দেওয়া হল:

 $C + O_3 = CO_3$ $2Mg + O_2 = 2MgO$

লোহা, গদ্ধক, ফদফরাদ যথন অক্সিজেনের দঙ্গে বিক্রিয়ার পর নিজেদের অক্সাইড তৈরি করে তথন তাদের জারিত হয়েছে বলা হয়।

জারণ অর্থে হাইড্রোজেনের অপসারণও বোঝায়। যেমন ক্লোরিন গ্যাস তৈরির সময় ${
m MnO}_{
m s}$ তে গাঢ় ${
m HCl}$ অ্যাসিভ যোগ করা হয়।

 $4HCl+MnO_2=Cl_2+MnCl_2+2H_2O$

এথানে MnO, জারক দ্রব্য, জারণ করেছে গাঢ় HCl আাদিডকে।

অক্সিজেন একটি অধাতু মোল। তড়িদ্বিশ্লেষণের সময় দেখা গিয়েছে অক্সিজেন তড়িদ্বিশ্লেষর ভিতর দিয়ে পজিটিভ তড়িদ্বারের দিকে যায়। এই জাতীয় পদার্থগুলিকে বলা হয় ইলেকট্রোনেগেটিভ মোল। ক্লোরিন, ব্রোমিন, আমোডিন প্রভৃতি এই জাতীয় মোল। কোন রাদায়নিক প্রক্রিয়ায় অক্সিজেনের সংযোজন হাড়াও অক্স কোন ইলেকট্রোনেগেটিভ পদার্থের সংযোজন ঘটলেও সংযোজন হাড়াও অক্স কোন ইলেকট্রোনেগেটিভ পদার্থের সংযোজন ঘটলেও সেই প্রক্রিয়াকে জারণ বলে। উদাহরণস্বরূপ ক্ষেরাসক্রোরাইড ক্লোরিন গ্যাস দিয়ে জারণ করলে ফেরিক ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়।

2FeCl₂+Cl₃=2FeCl₃

বেশির ভাগ ধাতৃই ইলেকট্রোপজিটিভ মৌলিক পদার্থ। হাইড্রোজেনের মত ইলেকট্রোপজিটিভ পদার্থের অপসারণকেও জারণ বলে। ঘেমন পট্যানিয়ম আয়োডাইডের সঙ্গে হাইড্রোজেন পেরক্সাইডের সংযোগ ঘটলে ইলেট্রোপজিটিভ পট্যানিয়ম ধাতৃ অপসারিত হয়। $2KI+H_2O_2=I_2+2KOH$

স্থতরাৎ জারণ বলতে বোঝায়—(ক) অক্সিজেনের সংযোজন, (থ) হাইড্রোজেনের অপদাবন, (গ) ইলেট্রোনেগেটিভ মৌলের বা মূলকের সংযোজন ও ইলেকট্রোপদ্ধিটিভ মৌলের বা মূলকের অপদাবন।

বিজারণ

বিজারণ বিক্রিয়া জারণ বিক্রিয়ার ঠিক বিপরীত। বিজারণ বা রিডাকসন বলতে বোঝায় অক্সিজনের অপসারণ বা হাইড্রোজেনের সংযোজন। হাইড্রোজেন গ্যাদের পরিবেশে যথন কপার অক্সাইডকে গরম করা হয় তথন কপার অক্সাইড বিজারিত হয়ে তামা পাওয়া যায়। এখানে হাইড্রোজেন গ্যাদ বিজারক দ্রব্য বা রিডিউসিং এজেন্ট। ক্লোরিন দ্রবণের ভিতর দিয়ে সালফিউরেটেড হাইড্রোজেন পাঠালে, ক্লোরিন গ্যাদে বিজারিত হয়ে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাদিড তৈরি হয়। নিচের সমীকরণ ছটি দেখলে বুঝাতে পারবে।

 $CuO + H_2 = Cu + H_2O$ $H_2S + Cl_2 = 2HCl + S$

শক্সিজেনের মত যে কোন ইলেকটোনেগেটিভ মৌলের অপসারণ বা হাইড্রোজেনের মত যে কোন ইলেকটোপজিটিভ মৌলের সংযোজনকেও বিজারণ বলে। AlCl₃-র সঙ্গে সোডিয়মের বিক্রিয়ায় যৌগিক বস্তুটি বিজারিত হয়ে Al ধাতু পাওয়া যায়। এক্ষেত্রে ইলেকটোনেগেটিভ মৌল ক্লোরিন অপসারিত হয়। AlCl₃+3Na=Al+3NaCI

দেইরকম মারকিউরাস ক্লোরাইডের সঙ্গে ইলেকট্রোপজিটিভ পারদের সংযোজনে মারকিউরাস ক্লোরাইড বিজারিত হয়ে মারকিউরিক ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়। $\mathrm{HgCl}_2 + \mathrm{Hg} = \mathrm{Hg}_2\mathrm{Cl}_2$

স্কৃতরাথ বিজারণ বলতে বোঝায়—(ক) হাইড্রোজেনের সংযোজন, (থ) অক্সিজেনের অপদারণ, (গ) ইলেকট্রোনেগেটিভ মৌলের অপদারণ ও ইলেকট্রোপজিটিভ মৌলের সংযোজন।

জারণ বা বিজারণ বস্তুর রাদায়নিক ধর্ম। এটা মনে রেখো জারণ হলেই তার দঙ্গে বিজারণ হবে। কারণ জারক বস্তুটি বিজারিত হয়।

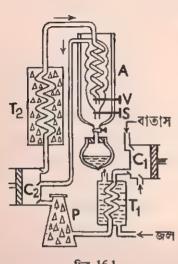
১৩ তরল বায়ু, নাইট্রোজেন চক্র ও কার্বন ডাই বক্সাইড চক্র

ভরল বায়ু

বায়ুমণ্ডলে বাতাস বিভিন্ন গ্যাসের একটি মিশ্রণ। এর একটা বড় জংশ নাইটোজেন ও অক্সিজেন, অল্ল মাত্রায় আরগন ও কার্বন ডাইঅক্সাইড এবং অতি
অল্প মাত্রায় নিয়ন, হিলিয়ম, ক্রিপটন, হাইড্রোজেন, মিথেন ও নাইট্রাদ অল্পাইড।
অবশ্য জলীয় বাস্প ত আছেই আবহাওয়ার অবস্থা অন্থযায়ী। তরল বায়ু বলতে
তরল নাইট্রোজেন ও তরল অক্সিজেনই বোঝায়। বায়ুমণ্ডলে নাইট্রোজেন ও
অক্সিজেন যথাক্রমে আয়তনের 78'048 এবং 20'946 শতাংশ। নানাবিধ শিল্পে
নাইট্রোজেন গ্যাস, অক্সিজেন গ্যাস, তরল নাইট্রোজেন এবং তরল অক্সিজেনের
চাহিদা প্রচুর। বায়ু তরল করে এই গ্যাস ঘটির উৎপাদন অপেক্ষাকৃত কম
থরচে করা যায়। ভারতের অনেক বড় শহরে তরল বায়ু তৈরির জন্ম ফ্যাক্টির
আছে। কলকাতাতেই একটির বেশি কারথানা তরল বায়ু বিক্রী করেন। দাম
প্রতি লিটার প্রায় চার টাকা। অনেক গ্রেষণাগারে নিজম্ব তরল বায়ু তৈরির
প্রাণ্ট আছে।

বায়ু তরল করার জন্ত যন্ত্র উদ্ভাবন করেন ছন্ত্রন বিজ্ঞানী একই সময়ে—
1895 সালে—লিণ্ডে জার্মানিতে এবং হাম্পদন ইংল্যাণ্ডে। যে পদ্ধতিতে যন্ত্রটি
কাজ করে, নিচে বলা হল। খুব উচ্চচাপে থাকা অবস্থায় গ্যাদকে যদি হঠাৎ
একটি দক্র মুখ নলের মধ্যে দিয়ে প্রদারিত করা হয়, তবে গ্যাদটি ঠাণ্ডা হয়ে
পড়ে। একে জুল-টমদন প্রভাব বলে। লিণ্ডে যন্ত্রে এই প্রভাবের সাহায্যেই
বায়ু তরল করা হয়। প্রথমে বায়ু থেকে ধুলো, জলীয় বাম্প এবং কার্বন জাইবায়ু তরল করা হয়। কার্বন জাই জন্ত্রাইড জতি জন্ত্র তাপমাত্রায় জমে যায়
বলে বাতাদে থাকলে জমে গিয়ে লিক্ উইফায়ারের দক্র নলের মুখ বন্ধ করে
দেবে। C_1 কম্প্রেদরের সাহায্যে বাতাদ প্রথমে বায়ুমণ্ডলের অপেক্ষা 20 গুণ
দেবে। C_1 কম্প্রেদরের সাহায্যে বাতাদ প্রথমে বায়ুমণ্ডলের অপেক্ষা 20 গুণ
চাপে সংনমিত করা হয় (চিত্রে 16.1)। চাপে বায়ুর তাপমাত্রা বেড়ে যায়
এবং ঠাণ্ডা জলে ডোবানো T_1 নলের মধ্যে দিয়ে পাঠিয়ে বাতাদের তাপমাত্রা

কমিয়ে আনা হয়। এবাবে কণ্টিক সোডাপূর্ণ কক্ষ Pa মধ্যে দিয়ে পাঠিয়ে CO2 দ্ব করা হয়। জলীয় বাষ্প দ্ব করারও প্রয়োজন মত ব্যবস্থা থাকে।



চিত্ৰ 16.1

এরপর বাতাসকে বিতীয় কচ্ছেসর C_2 র সাহায়ে বায়ুমণ্ডল অপেক্ষা 200 গুণ বেশি চাপে সংনমিত করা হয়। উচ্চচাপে বাতাদের তাপমাত্রা বাড়ে এবং হিমমিশ্রণে রাখা T_2 নলের মধ্যে দিয়ে এই বাতাস পাঠিয়ে তাপমাত্রা কমান হয়। উচ্চচাপের এই বাতাসকে পরে A প্রদারণ কক্ষে সক্ষম্থ নল Vর মূথে হঠাৎ প্রদারিত করা হয়। ফলে তাপমাত্রা কমে। এই ঠাগু। বাতাসকে C_3 কচ্ছেসর কক্ষে পুনরায় নিয়ে এনে সংনমিত

করা হয় ও T_2 নলের সাহাযো ঠাণ্ডা করে আবার V সক্ষম্থ নলে প্রদারিত করা হয়। এই ভাবে তাপমাত্রা ধাপে ধাপে কমতে থাকে। ঐ ঠাণ্ডা বায়ু আবার সংনমিত ও প্রদারিত করা হয়। তাপমাত্রা নামতে নামতে এক সময়ে বায়ু তরল হয় এবং নিচে রাথা পাত্রে জমা হতে থাকে। তাপমাত্রা

প্রায় -- 200°C হয় ।

তরল বায়ু সাধারণ পাত্রে রাথা চলে না।
থার্মোফাস্ক জাতীয় পাত্রে রাথতে হয়। সাধারণ
থার্মোফাস্ক কাচের তৈরি ও সাধারণত মাপে ছোট
বলে উপযোগী নয়। জার্মান সিলভার জাতীয়
ধাতুর পাত (যাতে তাপ বিশেষ পরিবাহিত হয়
না) দিয়ে তৈরি হুটো দেওয়ালের ফ্লাস্কে তরল
বায়ু(চিত্র 16.2) রাথা হয়। ছুটি দেওয়ালের
মধ্যে ভ্যাকুয়াম করে বন্ধ করা থাকে। ভ্যাকুয়াম



চিত্ৰ 16.2

নষ্ট হয়ে হাওয়া চুকে গেলে পাত্র আর কাজ করবে না। তরল হাওয়া থেকে

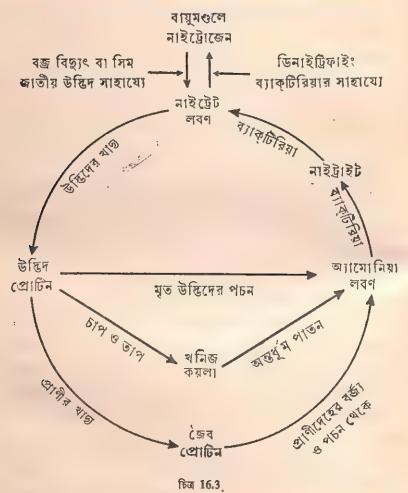
ক্রমাগত বাল্পায়ন হতে থাকে। তরল নাইটোজেনের স্টুনান্ধ —195.7°C এবং অক্সিজেনের —182.9°C। স্থতরাং প্রথমেই নাইটোজেন উপে যেতে থাকে। এই গ্যাস ধরে উচ্চচাপে গ্যাস দিলিগুরে ভর্তি করে রাখা যায়। নাইটোজেন উপে যাবার পর পড়ে থাকে তরল অক্সিজেন। সেটি থেকেও বাল্পায়ন চলতে থাকে। অক্সিজেন উচ্চচাপে গ্যাস দিলিগুরে ভর্তি করে বিক্রী করা হয়। এইভাবে প্রস্তুত অক্সিজেন প্রায় 96 শতাংশ শুদ্ধ। নিয় তাপমাত্রা স্পষ্টির জন্ত ও শিল্পের বহু কাজে, বিজ্ঞানের গবেষণায় তরল নাইটোজেন ও তরল অক্সিজেন ব্যবহার হয়। কলকাতায় সাহা ইন্টিটিউটের গবেষণাগারে একটি ছোট বায়ু তরল করার যন্ত্র আছে।

নিম তাপমাত্রায় বস্তুর ধর্ম বিশেষভাবে পরিবর্তিত হয়। এই তাপমাত্রায় দীদায় দ্বিতিশ্বাপকতা ধর্ম দেখা দেয়, রবার শক্ত এবং ভদুর হরে পড়ে। একটি আঙুর তরল বায়তে ভুবিয়ে রাখলে এত শক্ত হয়ে পড়ে যে তাকে গুঁড়ো করতে হাতুড়ি দিয়ে পেটাবার প্রয়োজন হয়। তাপমাত্রা কমার দঙ্গে পরিবাহী বস্তুর রোধ কমতে থাকে।

নাইট্রোজেন চক্র

উদ্ভিদ ও প্রাণীদের বেঁচে থাকার মৃলে যেমন অক্সিজেন যা আমরা প্রতি নিঃখাদে গ্রহণ করি, তেমনি আবার উদ্ভিদ ও প্রাণিদেহ গঠনে নাইট্রোজেন একটি মৃল উপাদান। উদ্ভিদ প্রোটিন এবং দ্বীর প্রোটিনে নাইট্রোজেনের ভূমিকা অত্যন্ত প্রয়োজনীয়। ফদল ফলানোর দ্বল্য যে দার দরকার, নাইট্রোজেন তারও একটি মূল উপাদান। প্রতিদিন লক্ষ্ণ লক্ষ্ণ টন দার তৈরি হচ্ছে এবং ব্যবহার হচ্ছে। এই নাইট্রোজেনের অনেকটাই আদে বায়ুমণ্ডলের নাইট্রোজেন থেকে। বায়ুমণ্ডলে অনেক নাইট্রোজেন আছে বটে, তবে এই হারে থরচ করতে থাকলে ছ্রিয়ে যাবার সন্তাবনা বাতিল করা যায় না। তবে প্রকৃতি দব সময় সমতা বজায় রাথার ব্যবস্থা করে, নাইট্রোজেন যেমন থরচ হচ্ছে, তেমনি আবার তৈরিও হচ্ছে।

নাইটোজেন সাধারণত খুব সক্রিয় গ্যাস নয়। বায়ুমণ্ডলে অক্সিজেনের পাশাশাশি থেকেও তার সঙ্গে কোন বিক্রিয়া করে না। কিন্তু বজ্র ও বিচ্যুৎ সংস্পর্শে এলে বা কিছু কিছু ব্যাক্টিরিয়ার সংস্পর্শে এলে নাইটোজেন সক্রিয়ছয়। আকাশে যথন বিদ্যুৎ ক্ষরণ হয়, তথন নাইট্রোজেন অক্সিজেনের সঙ্গে মিলে হয় $_1$ নাইট্রিক অক্সাইড $N_2+O_2=2NO$ । তারপর সেটি অক্সিজেনের সঙ্গে মিলে হয় $2NO+O_2=2NO_2$ নাইট্রোজেন ডাইঅক্সাইড। জলের সঙ্গে মিলে $3NO_2+H_2O=2HNO_3+NO$ । নাইট্রিক অ্যানিড বৃষ্টির জনের সঙ্গে পড়ে



মাটিতে ক্ষার জাতীয় বস্তুর সংস্পর্লে আদে এবং নাইট্রেটে পরিণত হয়। অনুমান । করা হয় যে প্রত্যহ এইভাবে আড়াই লক্ষ টন নাইট্রিক অ্যাসিড বৃষ্টির জলের সঙ্গে মাটিতে পড়ে। এটাই সার, এছাড়া সার আদে চিলির লবণ থেকে ও কুত্রিম

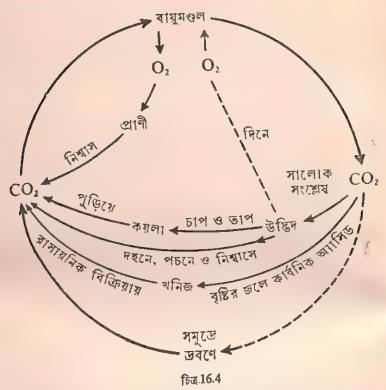
উপায়ে তৈরি করে। উদ্ভিদ মাটি থেকে এই নাইট্রেট গ্রহণ করে, উদ্ভিদ দেহে প্রোটিন তৈরি করে। শিম জাতীয় কোন কোন উদ্ভিদ সোজাস্থজি বায়্মগুল থেকে নাইট্রোজেন আহরণ করে নিতে পারে। উদ্ভিদ থেয়ে বাঁচে যে সব প্রাণী নাইট্রোজেন তাদের দেহের জীবপ্রোটিনের অংশ হয়ে পড়ে। প্রাণিদেহ থেকে মলমূত্র ও প্রাণিদেহের পচনে তৈরি হয় আামোনিয়া, যা মাটিতে মিশে আবার নাইট্রেটে পরিণত হয়। এর কিছুটা আবার উদ্ভিদ দেহে ফিরে যায়, বাকিটা জিনাইট্রিফাইংবাাক্টিরিয়ারসাহায়ে নাইট্রোজেন গ্যাদে পরিণত হয়ে বায়্মগুলে ফিরে যায়। আবার যে সব উদ্ভিদপ্রোটিন প্রচণ্ড চাপে ও তাপে ফদিল হয়ে গিয়েছিল দেগুলি কয়লা হিদেবে খনি থেকে তোলা হছে। কয়লার অন্তর্ধুম পাতনেও আামোনিয়া তৈরি হয় যার কিছুটা বাাক্টিরিয়ার সাহায়ে নাইট্রোজেনে রূপান্তরিত হয়। 16.3 চিত্রে নাইট্রোজেন চক্র দেখানা হয়েছে। এই ভাবেই বায়ুমগুলের নাইট্রোজেনের সমতা রক্ষা চলেছে।

কাৰ্বন ডাইঅক্সাইড চক্ৰ

বায়ুমগুলে কার্বন ডাইঅক্সাইড আছে অল্প পরিমানে, আয়তনের মাত্র 0.033 শতাংশ। কম আছে বলে এর প্রয়োজনীয়তা কিছু কম নয়। কার্বন ডাইঅক্সাইডের একটি বিশেষ ভৌত ধর্ম প্রকিরণ থেকে তাপ ধরে রাখা। এর বর্তমান মাত্রা জীবজগতের ঠিক উপযোগী। মাত্রা কমে গেলে সাধারণ তাপমাত্রা এখনকার থেকে কমে যাবে এবং মাত্রা বেড়ে গেলে তাপমাত্রা বাড়বে। স্থতরাং খ্ব বেশি বাড়লে জীবজগতের উপযোগী নাও হতে পারে। গত পঞ্চাশ বছরে পৃথিবীতে কলকারখানা বেড়ে যাওয়ার ফলে প্রতিদিন পরিমাণে অনেক বেশি কয়লা, পেট্রল ও কেরোদিন পোড়ানো হচ্ছে, ফলে বায়্বমগুলে CO₂-র মাত্রা কিছুটা বেড়েছে। অনেকে মনে করেন এজন্য গড় তাপমাত্রাও বেড়েছে।

আবার উদ্ভিদ জগতে খান্ত প্রস্তুতের প্রধান উপকরণ CO_2 । উদ্ভিদ ক্লোরোফিলের সান্নিধ্যে স্থালোকে CO_2 ও H_2O থেকে কার্বোহাইডেট থান্ত তৈরি করে—একে বলে সালোক-সংশ্লেষ বা ফোটোসিনথেসিদ। হিসেব করলে দেখা যাবে পৃথিবীতে যত উদ্ভিদ আছে তাদের বায়ুমণ্ডলের দমস্ত CO_2 থেয়ে ফেলতে লাগবে মাত্র চল্লিশ বছর। কিন্তু তা হয়নি কারণ তার দমতা বজায় রাথার ব্যবস্থা প্রকৃতি করেই রেথেছে। যে হারে CO_2 থবচ হচ্ছে

প্রায় দেই হারেই \mathbf{CO}_2 জমা হচ্ছে। খরচ ও জমা কি ভাবে হয় কার্বন ডাইঅক্সাইড চক্রে দেখানো হয়েছে (চিত্র $\mathbf{16.4}$)।



উদ্ভিদ বাযুমগুল থেকে CO2 গ্রহণ করে, খাল প্রস্তুত করে। দিনের বেলায়

শ্র্যালোকে আবার রাতে নিঃখাদের দক্ষে ছাড়ে, ফলে CO2 বায়ুমগুলে ফিরে
যায়। তাছাড়া উদ্ভিদ দেহ দহনে বা পচনেও CO2 পরিণত হয়ে বায়ুমগুলে

ফিরে যায়। বছ যুগ ধরে উদ্ভিদ দেহে যে কার্বন জমা হয়েছে, চাপে ও তাপে
ফদিল কয়লায় পরিণত হয়েছে এবং দেই কয়লা য়খন আমরা পোড়াই আবার

•CO2 বায়ুমগুলে ফিরে য়ায়। এছাড়া বায়ুমগুলের থেকে বেশি পরিমাণে CO2

মজ্দ আছে সমুদ্রের জলে জবণে, তার থেকেও CO2 বেরিয়ে বায়ুমগুলে সমতা
বজায় রাখে। অনেক খনিজ যেমন ক্যালিদিয়ম কার্বনেট—এগুলি থেকেও

কলকারখানায় রাদায়নিক বিক্রিয়ার সময় CO2 বার হয়ে বায়ুমগুলে মেশে।

তাছাড়া সমস্ত প্রাণী শ্বাস নেয় অক্সিজেন এবং নিঃশ্বাসের সঙ্গে বার করে কার্বন ডাইঅক্সাইড যা বাতাদে ফিরে যায়। এইভাবে বায়ুমণ্ডলে কার্বন ডাই-অক্সাইডের জমাথরচের সমতা রক্ষা চলে।

বাডাদে বিরল গ্যাস, নিয়ন আলো

বাতাদে আরও কয়েকটি গ্যাদের উপস্থিতির কথা বলা হয়েছে। তাদের মধ্যে আরগন (Ar) বাতাদের আয়তনের 0.934 শতাংশ। এছাড়া আরও কতক-গুলি গ্যাস মৌল অবস্থার পাওয়া যায়, তাদের শতাংশে প্রকাশ করা হয় না, বলা হয় প্রতি 10 লক্ষ ভাগের হিদাবে অর্থাৎ পার্ট্ স পার মিলিয়ন বা পি পি এম-এ। এই হিদাবে নিয়ন (Ne) 18.18, হিলিয়ম (He) 5.24, ক্রিপটন (Kr) 1.14, জিনন (Xe) 0.087। এত অয় মাত্রায় পাওয়া যায় বলে এদের বিরুল বা রেয়ার গ্যাস বলা হয়। তাছাড়া এগুলি নিজ্রিয় অর্থাৎ রাসায়নিক বিক্রিয়ায় অংশ গ্রহণ করে না। এই গ্যাসগুলির মধ্যে আরগন খুব তুর্লভ নয়; এটি ইলেকট্রিক বাল্বে ব্যবহার করা হয়। একেবারে বায়ুশ্রু করলে বাল্বটি ভেঙে যাবার সস্ভাবনা বলে তার মধ্যে অয় পরিমাণ আরগন গ্যাস দেওয়া হয়। নিজ্রিয় গ্যাস বলে যথন বাল্বের ফিলামেন্ট গরম হয়ে সাদা হয়ে যায় তথনও আরগনের সঙ্গে কোন বিক্রিয়া করে না। নিয় চাপে নিয়ন গ্যাসে বিত্যুৎ করণে স্করণে কালচে আলো হয়। নানান আকারের টিউব তৈরি করে তাতে নিয়চাপে নিয়ন গ্যাস ভরে বিজ্ঞাপনের কাজে ও সহরের সাজসজ্জায় ব্যবহার হয়। নিয়ন আলো ও ফুরোসেন্ট আলো কিস্ক এক নয়।

হিলিয়ম সব থেকে নিজ্ঞিয় গ্যাস। সেইজন্ম টাইম ক্যাপসিউল নামে যে সমস্ত পাত্রে ঐতিহাসিক নিদর্শন ভরে মাটিব তলায় পোঁতা হয়, সেই পাত্রে হাওয়া সরিয়ে হিলিয়ম গ্যাস ভর্তি করা হয়। হিলিয়ম গ্যাস বাতাসের তুলনায় থ্ব হালকা। তাই বড় বড় বেলুন আকাশে ওড়ানোর জন্মে ব্যবহৃত হয়। অবশ্য থেলনার বেলুনের জন্ম নয়। মহাজাগতিক রশ্মির গবেষণার জন্ম যন্ত্রপাতি ও ফোটোগ্র্যাফিক প্লেট উপ্লেকিশে তোলার জন্ম এবং আবহাওয়া সংক্রান্ত নানা গবেষণায় এই ধরনের বেলুন ব্যবহৃত হয়। এখন অবশ্য এর অনেক কাজ রকেটের সাহায্যে করা সম্ভব হয়েছে। হিলিয়ম গ্যাসের ক্ট্রনান্থ — 269°C এবং হিমাক — 272°2°C। এর থেকে কম তাপমাত্রায় পোঁছানো মাহুষের পক্ষে

সম্ভব হয়নি । তারল হিলিয়ম যদিও তারল বায়ুর মত ব্যবহার হয় না, তারু দিন দিন এর চাহিদা বাড়ছে। বর্তমানে অনেক গবেষণায় অতি নিম্ন তাপমাত্রার প্রয়োজন হয়। দেখা গেছে তারল হিলিয়মের তাপমাত্রার পরিবাহীর তড়িৎ বাধ অসম্ভব কমে যায় এবং পরিবাহিতা হাজার হাজার গুণ বাড়ে। এই অবস্থায় তাদের বলে অতি-পরিবাহী বা স্থপার-কণ্ডাক্টার। ব্যবহারিক ক্ষেত্রে এদের প্রয়োজনীয়তা ক্রমেই বাড়ছে তাই তারল হিলিয়মের চাহিদাও বাড়ছে। কলকাতার দাহা ইন্টিটিউটে গবেষণার উপযোগী হিলিয়ম তারল করার মন্ত্র আছে। বায়ুমণ্ডল ছাড়াও আমেরিকায় প্রাক্তিক গ্যাদের দঙ্গে হিলিয়ম পাওয়া যায়। তাছাড়া পাওয়া যায় তেজজ্জিয় আকরিকে। কলকাতায় ইণ্ডিয়ান অ্যাদোদিয়েশন ফর দি কালটিভেদন অফ.সায়েন্দের বিজ্ঞানী ড. শ্রামাদাস চট্টোপাধ্যায় বক্রেশ্বর উষ্ণ প্রস্তব্বের মধ্যে হিলিয়ম গ্যাদ প্রেম্নছেন এবং তার থেকে হিলিয়ম আলাদা করার ব্যবস্থা করেছেন।

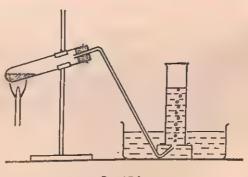


🚤 কয়েকটি গ্যাদের প্রস্তুত প্রণালী ও তানের ধর্ম

অক্সিজেন

অক্সিজেন একটি মৌল, সাধারণ তাপমাত্রায় গ্যাস, মৃক্ত অবস্থায় বায়ুমগুলে পাওয়া যায়। এছাড়া অন্যান্ত মৌলের সঙ্গে রাসায়নিক বিক্রিয়ায় যৌগ রূপে থাকে। গ্রীক ভাষায় এর অর্থ অ্যাসিড প্রস্তুতকারক। প্রিক্টলি এবং শীলি তুজনেই পৃথকভাবে 1774 খ্রীফ্টান্সে প্রথম অক্সিজেন আবিক্ষার করেন। অক্সিজেনের প্রতীকচিহ্ন O, অণুর সংকেত O2।

গবেষণাগারে কিভাবে তৈরি হয়—অঞ্জিন তৈরির জন্ম যে ছটি যৌগিক পদার্থের প্রয়োজন তাদের নাম পট্যাসিয়ম ক্লোরেট ও ম্যাকানিজ ডাই-অক্লাইড। বস্তু ছটির সংকেত যথাক্রমে $KClO_3$ এবং MnO_2 । এক ভাগ MnO_2 ও পাঁচ ভাগ $KClO_3$ ভালভাবে মিশিয়ে নিয়ে একটি শক্ত কা:চর টেন্ট টিউবে রাখ। লক্ষ্য রাখবে কাচের নলটি মিশ্রণে সম্পূর্ণ ভর্তি হয়ে না



চিত্ৰ 17,1

যায়। টেপ্ট টিউবের মৃথ ছিপি দিয়ে আটকিয়ে তার ভিতরে একটা নির্গম নল প্রবেশ করাও। নির্গম নলের একটা মৃথ জল ভর্তি কাচের পাত্রে রাথ এবং জল ভর্তি একটা গ্যাদ জার উলটিয়ে নলের মৃথের উপর 17.1 চিত্রে যেভাবে দেখান আছে দে ভাবে রাথ। একটা স্ট্যাণ্ডে টেপ্ট টিউব আটকিয়ে রাথ, দেখবে টেস্ট টিউবটা পিছনের দিকে যেন একট্ট নিচে হেলে থাকে। একটি

বুনদেন দীপের সাহায্যে টিউবের ম্থের দিকটা প্রথমে ও পরে আন্তে আন্তে টিউবের সর্বত্ত গরম করতে থাক। দেখবে, ভাপমাত্রা যথন 200°C – 340°C- এর মাঝে তথন বৃদ্বুদের আকারে নির্গম নলের ম্থ দিয়ে গ্যাস বেরিয়ে জারের জল সম্পূর্ণ সরিয়ে ফেলেছে তথন কাচের একটা ঢাকনির সাহায্যে জারের ম্থ বন্ধ করে জারটিকে জল থেকে বার করে এনে সোজা করে বসাও। জারটি এথন অক্সিজেন গ্যাকে ভর্তি।

অফ্রিজেন উৎপন্ন হওয়ার সময় KCIO₃ পরিবর্তনের বাসায়নিক সমীকরণ নিচে দেওয়া হল:

$2KClO_3 = 2KCl + 3O_2$

MnO2 অমুঘটকের কাজ করে অর্থাৎ নিজে পরিবর্তিত হয় না, কিন্তু বাদায়নিক বিক্রিয়াকে দ্বান্থিত করে। KClO3 কে 370° – 380°C পর্যন্ত উত্তথ্য করলেও অক্সিজেন পাওয়া যায়, কিন্তু MnO2 ব উপস্থিতিতে এই তাপমাতা 200°C – 340°C এর মাঝামাঝি কোন এক তাপমাতায় নেয়ে আদে।

গ্যাস তৈরি করার সময় নিম্নলিখিত বিষয়ে সভর্ক থাকবে—
(ক) টিউবের ম্থের দিকটা প্রথমে ও পরে পিছনের দিকটা গরম করা উচিত
নত্বা পিছনের দিক আগে গরম করলে সেদিকে O_2 উৎপন্ন হয়ে গ্যাসের চাপে
নির্গমনলের ম্থ বন্ধ হতে পারে। (থ) টিউবটির ম্থ থানিকটা পিছনের দিকে
টালু অবস্থায় রাথা ভাল যাতে নির্গমনলের ম্থ বন্ধ না হয়। (গ) MnO₂
বিভদ্ধ নেওয়া প্রয়োজন। কার্বনের কণা থাকলে উচ্চ তাপে জলে উঠে
বিক্রোরণ ঘটাতে পারে।

ধর্ম—অক্সিকেন বর্ণহীন, স্বাদহীন, গন্ধহীন গ্যাস। বাতাদের চেয়ে অস্ক্র ভারী। প্রাণিজগৎ নিঃশাদের দক্ষে অক্সিজেন নিয়ে বেঁচে আছে। অক্সিজেন জলে অস্ন দ্রবীভূত হয়। এই দ্রবীভূত অক্সিজেন মাছেরা বা অন্য জলজ প্রাণীরা জল থেকে নিয়ে বেঁচে থাকে। সোনা, কণো প্রভৃতি কয়েক ধরনের ধাতু অতি উচ্চ তাপমাত্রায় অক্সিজেন শোষণ করতে ও নিম্ন তাপমাত্রায় এই গ্যাস আবার বর্জন করতে পারে। হাইড্রোজেন গ্যাসের সঙ্গে যুক্ত হয়ে জল তৈরি করে। $2H_2+O_2=2H_2O$ । অক্সিজেন নিজে দাহ্য বস্তু নম্ম কিন্তু দহন কাজে সাহায্য করে। -183°C তাপমাত্রায় অক্সিজেন গ্যাস নীলাভ তরলে পরিণত হয়

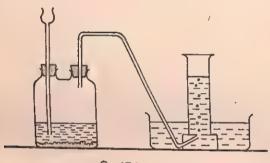
এবং -218.4° C তাপমাত্রায় নীলাভ কেলাসিত কঠিন বস্তুতে পরিণত হয়।
আমরা যে থাবার থাই নিঃখাসের নেওয়া অক্সিজেনের সঙ্গে তার বাদায়নিক
বিক্রিয়ায় দেহের প্রয়োজনীয় তাপ উৎপন্ন হয়। অক্সিজেন রাদায়নিক বিক্রিয়ায়
অত্যস্ত সক্রিয়। অধিকাংশ বস্তুর সঙ্গে অক্সিজেনের বিক্রিয়া হয়। অক্সিজেন
জারক বস্তু। $C+O_2=CO_2$

ব্যবহার—(ক) খাদ প্রখাদের কট হচ্ছে এমন রোগীর জন্ম অক্সিজেন ব্যবহার করা হয়। (থ) হাইড্রোজেনের দঙ্গে মিলিয়ে জালালে 2800°C তাপমাত্রা উৎপন্ন হয়। এই শিথাকে অক্সি-হাইড্রোজেন শিথা বলে। এই তাপমাত্রায় প্র্যাটিনম ধাতৃও গলে। অক্সি-হাইড্রোজেন শিথা থ্ব দাবধানে ব্যবহার করতে হয় কারণ বিস্ফোরণের সন্তাবনা থাকে। (গ) অ্যাসিটিলিন গ্যাদের দঙ্গে মিলিয়ে জালালে প্রায় 3300°C তাপমাত্রা উৎপন্ন হয়। অক্সিআাসিটিলিন শিথা কারথানার ধাতৃর মোটা পাত গলিয়ে কাটার কাজে বা ওয়েন্ডিং করতে ব্যবহৃত হয়। (ঘ) বিভিন্ন যৌগ বস্তু তৈরির জন্ম অক্সিজেন ব্যবহার করা হয়।

হাইড্রোজেন

হাইড্রোজেন একটি মোল, সাধারণ তাপমাত্রায় গ্যাদীয় পদার্থ। পদার্থের মধ্যে সবচেয়ে হালকা। বোড়শ শতাব্দীর প্রথম ভাগেই বিজ্ঞানীরা এর থোঁজ পান। 1781 গ্রীটান্দে ব্রিটিশ বিজ্ঞানী ক্যাভেণ্ডিশ দেখান যে অক্সিজেনের সঙ্গে হাইড্রোজেন যুক্ত হয়ে জল তৈরি হয়। তিনি নাম দেন জলন গ্যাদ বা ইনফ্রামেবল গ্যাদ। 1788 গ্রীফান্দে লাভয়িয়য়ে প্রথম হাইড্রোজেন নাম দেন। গ্রীক ভাষায় এর অর্থ জল উৎপাদক। হাইড্রোজেন বায়্মগুলে মুক্ত অবস্থায় কম পাওয়া যায়। আয়েয়গিরি থেকে বেরিয়ে আদা গ্যাদে, খনি অঞ্চলের গ্যাদে পাওয়া যায়। জানা গেছে পূর্য ও অক্যান্ত নক্ষরেদেহে মুক্ত অবস্থায় হাইড্রোজেন থাকে। হাইড্রোজেন জল, আসিড, ক্ষারক ও অক্যান্ত থেনেক যৌগিক পদার্থের অন্তত্ম উপাদান। হাইড্রোজেনের প্রতীক চিহ্ন H, অণুর সংকেত H2।

গবেষণাগারে কি ভাবে তৈরি হয়—গবেষণাগারে H_s তৈরির সব থেকে সাধারণ উপাদান অভদ্ধ অর্থাৎ বাজারে কেনা দন্তা এবং লঘু সালফিউরিক আাদিত। ছবিতে (চিত্র 17.2) তু মুথের যে বোতল দেখতে পাচ্ছ তার নাম উল্ফ বোতল। এই রকম একটা বোতল নাও। এক মুথে একটা দীর্ঘ নল ফানেল অক্তমুথে একটা নির্গম-নল ছিপির সাহায্যে আটকাও। ছিপি বন্ধ করার আগেই বোতলের ভিতর কয়েক টুকরো বাজার থেকে কেনা দস্তার টুকরো রাথ। দীর্ঘ-নল ফানেলের ভিতর দিয়ে বোতলের মধ্যে জল ঢাল বেন ফানেলের নিচের প্রাপ্ত জলে ডুবে থাকে কিন্তু নির্গম-নলের নিচের প্রাপ্ত জলের উপরে থাকে। হাইডোজেন, অক্সিজেনের সংস্পর্শে এলে বিক্ষোরণ ঘটতে পারে সেজতা বোতলের মুথ দিয়ে যাতে বাতাস যেতে না পারে তার জন্ত



চিত্ৰ 17.2

সব রকম ব্যবস্থা নিতে হবে। বোতলটি বায়্-নীরক্র কিনা হাইড্রোজেন উৎপন্ন হওয়ার আগে পরীক্ষা করে দেখে নেওয়া ভাল। নির্গম-নলের মৃক্ত প্রাস্তে মৃথ দিয়ে ফুঁ দিলে দেখতে পাবে দীর্ঘ-নল ফানেলের নল দিয়ে জল কিছুটা উপরে উঠেছে। এই বার হাত দিয়ে মৃথপ্রান্ত চেপে ধরে দেখ নলে জলের উচ্চতা নেমে আসছে কিনা। যদি না নামে তবে বোতলটি বায়্-নীরক্র। এইবার ফানেলে লঘু সালফিউরিক আাদিড ঢাললেই বুদবুদের আকারে হাইড্রোজেন উৎপন্ন হতে দেখা যাবে। রাসায়নিক বিক্রিয়া

$Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2 \uparrow$

এইবার নির্গম-নলের মৃক্ত প্রাস্ত একটি জলপূর্ণ পাত্রে রেথে তার উপর একটা জলভরা জার উলটিয়ে রাথলে হাইড্রোজেন গ্যাস জারের জল সরিয়ে ভিতরে এসে জমা হবে। সম্পূর্ণ জল সরে গেলে কাচের একটা ঢাকনি দিয়ে জারের মৃথ বন্ধ করে সোজা করে বসাও। জারটি এখন হাইড্রোজেন ভর্তি। কি বিষয়েসতর্ক হবে—উল্ফ বোতলের ভিতর বায়্শৃন্ত আছে কিনা দেখা দরকার। কারণ হাইড়োজেন ও অক্সিজেন মিশ্রণ অতান্ত বিক্ষোরক।

ধর্ম—হাইড্রোজেন গ্যাস বর্ণহীন, স্বাদহীন এবং গদ্ধহীন। সমস্ত মৌলিক পদার্থের মধ্যে সবচেয়ে হালকা। বাতাস হাইড্রোজেনের চেরে প্রায় চোদ্রুগণ ভারী। —252.7°C এর নিচে তরল ও —259°C এর নিচে কঠিন বস্তুতে পরিণত হয়। তরল হাইড্রোজেন সমস্ত তরলের মধ্যে সবচেয়ে হালকা। কেলাসিত কঠিন হাইড্রোজেনের ঘনাক 0.008 g/cc। H_2 জলে জ্ববীভূত হয় না বললেই চলে। হাইড্রোজেন দাহ্য বস্তু এবং শিখার রঙ্জ অভি হালকা নীল। যথন জলে তথন অক্সিজেনের সঙ্গে রাসায়নিক বিক্রিয়ার জল উৎপাদন করে। হাইড্রোজেন অতি উত্তম বিজারক। $CuO+H_2=Cu+H_2O$ । নিকেল, কোবানি, সোনা, কপো বিশেষ করে প্যালেডিয়ম ধাতু হাইড্রোজেন শোষণ করতে পারে এবং অল্প উত্তাপ দিলে আবার বার করে দিতে পারে। একে অক্সপ্রান্থ বলে।

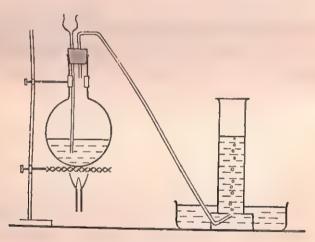
ব্যবহার—(ক) অক্সি-হাইড্রোজেন শিথা তৈরিতে ব্যবহার হয়, (থ) জৈব ও অজৈব তেলের দক্ষে ব্যবহার করে বনস্পতি তৈরি করা হয় যা আমরা রানায় ব্যবহার করি, (থ) হালকা বলে বেলুনে ব্যবহার করা হয়, (ঘ) বিভিন্ন যৌগিক বস্তু তৈরির কাজে লাগে।

নাইটোজেন

নাইটোজেন একটি মৌল, দাধারণ তাপমাত্রায় গ্যাস। এই গ্যাসের প্রথম সদ্ধান পান ড্যানিয়েল রাদারফোর্ড নামে একজন বিজ্ঞানী 1772 খ্রীস্টান্দে। নাইটোজেন দাহ্য বস্তু নয় এবং নিঃশাস প্রখাসের কাজে না লাগায় তিনি এর নাম দেন বিষাক্ত বায়। একটি ইতুর নিয়ে পরীক্ষা করে দেখান এতে প্রাণী বাচতে পারে না। লাভ্যসিয়ে নাম দেন 'নিপ্রাণ বায়'। শীলি 1772 খ্রীস্টাব্দে রাদারফোর্ডের সমসাময়িক কালে এর নাম দেন 'অপবায়'। সোরা বা নাইটার থেকে এই গ্যাস তৈরি করে প্রথম নাইটোজেন নাম দেন চ্যাপটাল নামে একজন বিজ্ঞানী। বাতাসে মৃক্ত অবস্থায় নাইট্রোজেন পাওয়া যায়। বায়ুমগুলের প্রায় শতকরা 78 ভাগ নাইট্রোজেন। অমুমান 4×10^{15} টন নাইট্রোজেন বাতাসে মজ্ত আছে। আগ্রেমগিরি থেকে বেরিয়ে আসা গ্যাসে ও খনির

ভিতরেও মৃক্ত নাইট্রোজেন পাওয়া যায়। এছাড়া অসংখ্য জৈব ও অজৈব পদার্থের সঙ্গে যোগিক অবস্থায় নাইট্রোজেন থাকে। প্রোটনের মৃল উপাদান নাইট্রোজেন। নাইট্রোজেনের প্রতীক N এবং অণুর সংকেত N₂।

সবেষণাগারে কি ভাবে তৈরি হয়—গবেষণাগারে নাইট্রোজেন যে ছটি যোগিক পদার্থ থেকে তৈরি হয় তাদের নাম নিশাদল বা অ্যামোনিয়ম ক্লোরাইড ও সোডিয়ম নাইট্রাইট। একটা ছোট ফ্লাস্কে এই ছইটি যোগিক পদার্থের মিশ্রণের একটি গাঢ় দ্রবন নাও। ফ্লাস্কের মৃথ ছিপি দিয়ে আটকিয়ে তার ভিতর দিয়ে একটা দীর্ঘ-নল ফানেলের ও একটা নির্গম নল প্রবেশ করাও (চিন্তু 17.3)। লক্ষ্য রাথবে দীর্ঘ-নল ফানেলের নিচের প্রাস্ত দ্রবেশে রাথ এবং ফ্লাস্কের ভিতরের প্রাস্ত তরলের বেশ উপরে রাথ। এবারে ব্নসেন দীপের সাহাযে ফ্লাস্কটিকে ধীরে ধীরে গরম করতে থাক। নাইট্রোজেন গ্যাস বেরিয়ে



চিত্ৰ 17.3

আদা মাত্র ব্নদেন দীপ সরিয়ে নাও। জলভরা গ্যাদ জার নির্গম নলের মূথে উনটিয়ে ধরলে নাইট্রোজেন গ্যাদ জারের জল সরিয়ে ভিতরে এদে জমা হতে থাকবে। যথন জল সম্পূর্ণ দরে যাবে একটি ঢাকনির সাহায্যে জারের মূথ বন্ধ করে জারটিকে গোলা করে বসাও। জারে এখন যে নাইট্রোজেন গ্যাদ সংগ্রহ করা হল ততেে কিছু পরিমাণ জলীয় বাষ্প ও অল্প পরিমাণ নাইট্রিক-অক্সাইড

গ্যাস (NO) থাকবে। গাঁঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের সাহায্যে জলীয় বাষ্প এবং উত্তপ্ত তামার চোকলার সাহায্যে নাইট্রিক-অক্সাইড গ্যাস দূর করা হয়। নাইট্রোক্ষেন বেরিয়ে আসার সময়ের বাসায়নিক বিক্রিয়া নিচে দেওয়া হল—

NH4Cl+NaNO2=NH4NO2+NaCl

আবার, NH4NO2=N2+2H2O।

অ্যামোনিয়ম নাইট্রাইট সরাসরি গরম করলেও নাইট্রোজেন পাওয়া যায় কিন্তু রাসায়নিক বিক্রিয়া এত জত হয় যে বিক্ষোরণ হতে পারে।

কি কি বিষয়ে সভর্ক কবে—(ক) বৃনদেন দীপ প্রয়োজন মত ফ্লাম্বের
নিচে এনে বা সরিয়ে নিয়ে তাপ নিয়ন্ত্রণ করা প্রয়োজন। (খ) দীর্ঘ-নল
ফানেলের নিচের প্রান্ত তরলে ডুবে থাকা দরকার। গ্যাদের চাপ বেড়ে গিয়ে
নলের ভিতর দিয়ে তরল উপরে উঠলে তাপ-নিয়ন্ত্রণ করে চাপ কমানো
প্রয়োজন। নতুবা বিস্ফোরণ হতে পারে।

ধর্ম—নাইটোজেন বর্ণহীন, গন্ধহীন, স্বাদহীন গাাস। বাতাসের চেয়ে অল্ল হালকা এবং জলে থুব কম মাত্রায় দ্রবীভূত হয়। নাইটোজেন গ্যাস নিঃখাস প্রখাসে সাহায্য করে না তবে নিজে বিষাক্ত নয়। সাধারণ তাপমাত্রায় পদার্থের সঙ্গে যোগ গঠনের প্রবণতা কম। তবে উচ্চ তাপমাত্রায় অফ্রিজেন ক্যালিদিয়ম, ম্যাগনেসিয়ম প্রভৃতির সঙ্গে বাসায়নিক ভাবে যুক্ত হয়। 1000°C তাপমাত্রায় নাইটোজেন অক্সিজেনের সঙ্গে যুক্ত হয়।

N2+O2=2NO I

Ca, Mg, Al প্রভৃতি ধাতু লাল উত্তপ্ত অবস্থায় নাইটোজেন শোষণ করে।

 $3Ca + N_{9} = Ca_{8}N_{2}$ | $3Mg + N_{9} = Mg_{3}N_{2}$ |

নাইটোজেন দাহ্য নয় এবং দহন কাজে দাহায্য করে না। -195.8°C ভাপমাত্রায় তরলে এবং -207.8°C ভাপমাত্রায় কঠিনে পরিণত হয়।

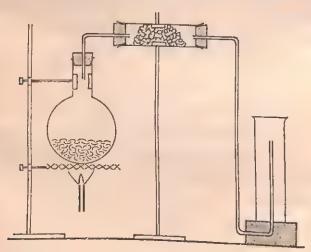
ব্যবহার—অ্যামোনিয়া, নাইট্রিক অ্যাদিড, জমির দার প্রভৃতি তৈরির কাজে নাইট্রোজেন ব্যবহার হয়।

অ্যানোনিয়া

মধ্য এশিয়ার আগ্নেয়গিরিগুলি থেকে নিশাদল (NH₄Cl) এবং আামোনিয়ম

সালফেট (NH₄)₂ SO₄ পাওয়া যেত। প্রাচীনকালে এইগুলি কারকের সঙ্গে মিশিয়ে গরম করে আমোনিয়া সংগ্রহ করা হত। প্রাচীন মিশর দেশে উটের মলম্ত্র পুড়িয়ে আমোনিয়া সংগ্রহ করার রীতি ছিল। 1774 প্রীন্টান্দে প্রিন্টলি এই গাাদ প্রস্তুত করেন ও নাম দেন 'কারীয় বাতাদ'। আমোনিয়া নাম দেন অপ্রিন 1788 প্রীন্টান্দে। বাতাসে মৃক্ত অবস্থায় অল্প আমোনিয়া পাওয়া যায়। অগ্নাৎপাতের দক্ষে আমোনিয়ম লবণ পাওয়া যায়। উদ্ভিদে, প্রাণিদেহে, রক্তে, মলম্ত্রে থ্ব অল্প পরিমাণ আমোনিয়া লবণ পাওয়া যায়। কৈব বস্তু যথা হাড়, শিং প্রভৃতি গরম করলে বা জীবজন্ধ বা গাছপালা পচলে আমোনিয়া হয়। পচা বস্তু থেকে যে কাঁঝালো গন্ধ আদে দেটা আমোনিয়া গ্যানের। আমোনিয়া লবণ হয় NH₃ সংকেত দিয়ে।

গবেষণাপারে কিভাবে তৈরি হয়—পরীক্ষাগারে যে কোন আমোনিয়া লবণকে যে কোন তীব্র ক্ষারকের সঙ্গে মিশিয়ে গরম করলেই আমোনিয়া গ্যাস পাবে। এক ভাগ নিশাদল অর্থাৎ আমোনিয়ম ক্লোরাইডের সঙ্গে তিন ভাগ গুঁড়ো কলিচুন বা ক্যালিগিয়ম হাইড্রক্সাইড $Ca(OH)_3$ মেশাও এবং একটা ক্লান্থের ম্থ ছিপি দিয়ে আটকাও ও ভিতরে একটা নির্গম নল প্রবেশ করাও।



চিত্ৰ 17.4

ফ্লাস্কটি একটা স্টা্যতে আটকানো তারের জালের উপর রাথ যাতে নিচে থেকে বুনদেন দীপ দিয়ে গরম করা যায়। নির্গম নলের এক প্রাস্ত কর্কের একটু নিচে প্রবেশ করা অবস্থায় আছে এবং অন্যপ্রাস্ত ক্যালসিয়ম অক্সাইডপূর্ণ (CaO) একটি কাচের লম্বা ড্ম্থো নলে লাগান আছে (চিত্র 17.4)। এই লম্বা নলের অপর ম্থে ছিপির ভিতর দিয়ে নির্গমনল বেরিয়ে এসেছে। CaO বা চুনা পাথর NH₃ গ্যাসকে শুষ্ক করে। এইবারে ফ্লাস্কটি বুনসেন দীপ দিয়ে গরম করতে থাক।

গ্যাদ উৎপন্ন হয়ে লখা পাত্রের ভিতরের ক্যালসিয়ম অক্সাইডের ভিতর দিয়ে বেরিয়ে আদবে। একটি উলটিয়ে রাথা জারে নির্গম নল ধরলে NH_3 গ্যাদ বাতাদ দরিয়ে দেখানে জমা হতে থাকবে। কিছুক্ষণ পর একটি লাল লিটমাদ কাগজ জারের ম্থে ধরলে যদি নীল হয় তবে বোঝা যাবে জারটি অ্যমোনিয়া গ্যাদে ভর্তি হয়েছে। এইবার একটা ঢাকনি দিয়ে জারের ম্থ ঢেকে উলটিয়ে বাথলেই এক জার NH_3 গ্যাদ পাওয়া যাবে। NH_3 উৎপন্ন হওয়ার সময়ে রাদায়নিক বিজিয়া নিচে দেওয়া হল।

$2NH_4Cl+Ca(OH)_3 = CaCl_2+2NH_3+2H_2O$

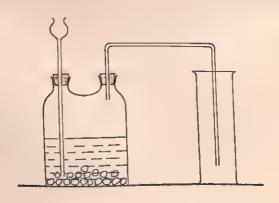
ধর্ম—আামোনিয়ার কোন রঙ নেই, তীত্র ঝাঁঝালো গন্ধ আছে। চোথে লাগলে প্রায় জল আসে। সহজেই জলে দ্রবীভূত হয় এবং দ্রবণ আামোনিয়ম হাইডুক্সাইডে পরিণত হয়। $NH_8+H_9O=NH_9OH$ । সেইজন্ম জল সরিয়ে সংগ্রহ করা সম্ভব নয়। তরলে দ্রবীভূত অবস্থায় স্বাদ ক্ষার সাবানের মত। সহজেই গ্যাস থেকে তরলে পরিণত করা যায়। গলনান্ধ —77.7° С ক্ট্নান্ধ —33.4° С। আামোনিয়া দাহ্য বস্তু নয় বা দহনে সহায়তা করে না। অক্সিজেনের সঙ্গে মিশিয়ে জালালে হলুদ রঙের শিখা নিয়ে জলে। $4NH_8+3O_2=6H_9O+2N_2$ । অক্সিজেন ও আামোনিয়ার মিশ্রণ বিক্ষোরক। আমোনিয়া একটি ক্ষারক, লাল লিটমান কাগজ নীল করে এবং আাসিডের সঙ্গে যৌগিক লবণ তৈরি করে।

ব্যবহার—তরল আামোনিয়া বরফ তৈরির কাজে লাগে। জলে দ্রবীভূত আামোনিয়া তৈলাক্ত ময়লা পরিষারের কাজে লাগে। এছাড়া দার, নাইলন, ববার, মেলিং দল্ট এবং বহু প্রকার লবণ তৈরির কাজে লাগে।

কাৰ্বন ডাইঅক্সাইড

কার্বন ভাই অক্সাইড গ্যাদ প্রথম প্রস্তুত করেন ভ্যান হেলমোন্ট I630 ঐন্টাবে, কিন্তু গ্যাদটির দঠিক পরিচয় তিনি জানতেন না। 1783 ঐন্টাবে লাভয়দিয়ে এটি যে কার্বনের অক্সাইড তা বৃঝতে পারেন। কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাদ
মৃক্ত অবস্থায় বাতাদে পাওয়া যায়। উন্থন, বা বড় বড় চুল্লির ধোঁয়া থেকে
প্রাণীদের নিঃখাদ প্রখাদের দঙ্গে অনবরত বাতাদে এদে মিশছে। চুনাপাথর
কোন রকমে আাদিডের দংস্পর্শে এলে এই গ্যাদ তৈরি হয়। জলে কার্বন
ভাইঅক্সাইড দ্রবীভূত অবস্থায় থাকে। পৃথিবীর ভিতর থেকেও কোন কোন
ভায়গায় কার্বন ডাইঅক্সাইড বেরিয়ে আদে। যবনীপের 'বিষাক্ত উপত্যকায়'
এবং নেপল্সের একস্থানে এই গ্যাদ জমা হয় এবং কোন জীবজন্ধ দেখানে গেলে
মারা যায়। চিনি ও মদ তৈরির সময়ও কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাদ উৎপন্ন
হয়। কার্বন ডাইঅক্সাইডের দংকেত CO2।

গবেষণাগারে কি ভাবে তৈরি হয়—কয়েক টুকরো চুনা পাথর ও কিছু
জল একটা উল্ফ বোতলে নাও। বোতলের এক মৃথে ছিপির দাহায্যে
একটা দীর্ঘ-নল ফানেল আটকাও। লক্ষ্য রাখবে ফানেলের নিচের প্রান্ত জলে
ডুবে থাকে। বোতলের অন্ত মৃথে একটা নির্গম নল ছিপির দাহায্যে আটকাও
(চিত্র 17.5)। এইবার ফানেলে লঘু হাইড্রোক্রোরিক আাদিড ঢাল। দেথবে
বুদব্দের আকারে গ্যাস উৎপন্ন হচ্ছে। নির্গম নলের নিচে একটি গ্যাদ
জাবের মৃথ ধরলেই জারে কার্বন ভাইঅক্সাইড জমা হতে থাকবে। কার্বন



চিত্ৰ 17.5

ভাইঅক্সাইড বাতাদের চেয়ে ভারী হাওয়ায় বাতাদ দরিয়ে দেথানে জমা হবে। রাদায়নিক বিক্রিয়া দেওয়া হল:

 $CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + CO_3 + H_2O$

এই গাাদে কিছু পরিমাণ HCl বাষ্প থাকে। উৎপন্ন গ্যাদকে সোডিয়ম বাইকার্বনেটের স্তবণের ভিতর প্রবেশ করিয়ে পরে গাঢ় সালফিউরিক আাদিডের ভিতর দিয়ে প্রবেশ করালে HCl বাষ্প ও জলকণা দ্র করা সম্ভব হবে।

ধর্ম—কার্বন ডাই অক্সাইড একটি বর্ণহীন গ্যাস। অল্ল ঝাঁঝালো গন্ধ আছে এবং সাদ ঈবং অন্ন। বাতাদের চেয়ে 1.53 গুণ ভারী। এই গ্যাস বিষাক্তন্ম কিন্তু এতে শ্বাস গ্রহণ করা সন্তব নম। এই গ্যাস নিজে দহনদীল নম এবং দহনে সাহায্য করে না। এই জন্ম আগুন নেভানোর কাজে এই গ্যাস ব্যাপক ভাবে ব্যবহার করা হয়। বড় বড় অফিসে বা কার্যথানাম লাল রঙের শংকৃর মত যে সব আগুন নেভানো যন্ধ্র ভোমরা দেখতে পাও তার ভিতর প্রয়োজনের সময় কার্বন ডাইঅক্সাইড প্রস্তুত করা হয়। কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্রাস বেশ পরিমানে জলে দ্রবীভূত হয় এবং কিছুটা কার্বনিক আাসিডে পরিণত হয়। তাপ ও চাপের সঙ্গে দ্রবণের পরিমান বাড়ে। সোডা ওমুটারে কার্বন ডাই-অক্সাইড দ্রবীভূত অবস্থায় থাকে, সোভা নম্ন। এই গ্যাস তরল ও কঠিন বস্তুতে পরিণত করা যায়। কঠিন কার্বন ডাইঅক্সাইডের নাম 'ডাই আইস' বা শুকনো বরফ। মাছ বা পচনশীল বস্তুর পচন বন্ধ করতে ব্যবহার করা হয়। 'ডাই আইসের' স্থবিধা উর্ধেপাতনে একেবারে গ্যানে পরিণত হয়।

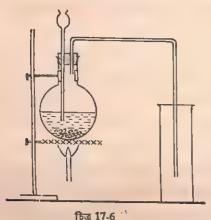
ব্যবহার—(ক) কাপড় কাচা সোডা (সোডিয়ম কার্বনেট), সোডা ওয়াটার প্রভৃতি তৈরিতে লাগে। (থ) আশুন নেভানোর কাজে লাগে। (গ) পচনশীল বস্তুকে পচনের হাত থেকে বক্ষা করার জন্ম ড্রাই আইস কাজে লাগে।

শালফার ডাইঅক্সাইড

গন্ধকের ইংরেজী নাম সালফার এবং সালফারের একটি অক্সাইডের নাম সালফার ভাইঅক্সাইড। মৃত মানুষের দেহে পচন বৃদ্ধ করার জায় এই গ্যাদের বাবহারের উল্লেখ হোমারের কাব্যে আছে। প্রাচীনকালে নতুন কাপড়কে বিশুদ্ধ বা বিরম্ভন করার জন্ম সালফার ডাইঅক্সাইড গ্যাস ব্যবহার করা হত। সেকালে এব নাম ছিল হীরাক্ষ তেল। 1774 প্রীন্টান্দে প্রিন্টলি পার্দের সঙ্গে গাঢ় শাল্ফিউরিক আাদিড গ্রম করে এই গ্যাস পান কিন্তু কোন উপাদানে গ্যাস্টি

তৈরি তিনি জানতেন না। 1777 খ্রীস্টাব্দে লাভয়দিয়ে এর উপাদানগুলি জানতে পারেন এবং এর রাসায়নিক সংকেত দেন SO3। বাতাদে গন্ধক পোড়ালেই দালকার ডাইঅক্সাইড গ্যাদ পাওয়া যায়।

গবেষণাগারে কিভাবে তৈরি হয়—একটি ফ্লাম্থে কিছু তামার চোকলা ও গাঢ় দালফিউরিক আাদিড নাও (চিত্র 17.6)। ফ্রাস্কটির মুথের ছিপিব



ভিতর দিয়ে একটি দীর্ঘ-নল ফানেল ও একটি নির্গমনল প্রবেশ করাও। ধীরে ধীরে তাপ দিলে গ্যাদ উৎপন্ন হতে শুরু করবে। গ্যাদ উৎপন্ন হওয়া মাত্র বৃনদেন দীপশিখা সবিয়ে নেওয়া দরকার। নির্গমনলের মুখে একটা গ্যাস ছার নোজাভাবে ধরলেই SO ু দেখানে জ্মা হতে থাকবে। বাতাদের চেয়ে প্রায়

বিশুণ ভারী হওয়ায় বাতাদ দরিয়ে SO গাাদ দেখানে জমা হবে। এই শক্তি গ্যাদে কিছু পরিমাণ দালকার ট্রাইঅক্সাইড থাকায় প্রথমে জল ও পরে গাঢ় দালফিউরিক অ্যাদিডের ভিতর দিয়ে প্রবাহিত করতে হয়। ফলে উৎপন্ন গ্যাস বিশুদ্ধ ও শুষ্ক হয়।

 $Cu + 2H_2SO_4 = CuSO_4 + SO_2 + 2H_2O$

ধর্ম — দালফার ভাই অক্সাইড বর্ণহীন, পোড়া গন্ধকের মত ঝাঁঝালো গন্ধযুক্ত এবং বিযাক্ত গ্যাদ। জ্বলে সহজেই স্ত্রবণীয় এবং স্তবণ সালফিউরাদ আাদিডে পরিণত হয়। SO₃ +H₃O⇌H₂SO₃ বাতাদের চেয়ে প্রায় 2·3 গুণ ভারা। নিজে দহনশীল নয় এবং দাধারণত দহনে দাহায্য করে না। তবে উত্তপ্ত পট্যাদিয়ম, উত্তপ্ত টিন বা লোহার গুঁড়ো এতে জনতে পারে। বরফ ও লবণের হিম মিশ্রণের দাহাযো - 10°C এর নিচে এনে অতি দহজেই তরলে পরিণত করা যায়। -72·7°C এর নিচে কঠিন বস্তুতে পরিণত হয়। তাপের প্রয়োগে SO2 ভেঙে গিয়ে অক্সিজেন উৎপন্ন হয়। কারের দঙ্গে বিক্রিয়ায়

এয়াগিক লবণ তৈরি করে।

 $NaOH + SO_2 = NaHSO_3$ $NaHSO_3 + NaOH = NO_2SO_3 + H_2O$

-এই গ্যাস একটি বিজারক বস্তু।

ব্যবহার—কীটনাশক হিসেবে ব্যবহার হয়ে থাকে। বসস্ত বা কলেরা রোগীর ঘরে গন্ধকের ধুনো দিতে নিশ্চয়ই দেখেছ। গন্ধক পুড়ে দালফার ডাইঅক্সাইড তৈরি হয়। SO₂ কীটনাশক। জৈব বস্তুর রঙ পালটায় অর্থাৎ বিরঞ্জক বা ব্লিচিং এজেণ্ট হিদাবে কাজ করে। একটা জবা ফুলকে গন্ধকের ধুনোয় কিছুক্ষণ ধরলেই দেখাবে লাল রঙ ক্রমশ মিলিয়ে যাচ্ছে। কাপড় জামা বা কাগজ তৈরিতে বিরঞ্জক হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

সালফিউরেটেড হাইড্রোজেন বা হাইড্রোজেন সালফাইড

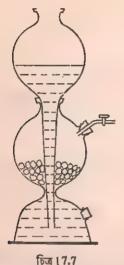
ভিমের সাদা অংশ বা গন্ধক আছে এমন কোন শাকসবজি কোন জায়গায় পচলে একটা তীব্ৰ গন্ধ নাকে আসে। এটিই হাইড্রোজেন দালফাইড বা দালফিউরেটেড হাইড্রোজেন গ্যাস। আগ্নেমগিরি থেকে বেরিয়ে আসা গ্যাস ও অনেক ঝরনার জলে দামান্ত পরিমাণে দ্রবীভূত অবস্থায় এই গ্যাস পাওয়া যায়। ফুটস্ত গন্ধকের ভিতর হাইড্রোজেন গ্যাস প্রবাহিত করলে এই গ্যাস পাওয়া যায়। লেখা হয় $\mathbf{H}_2\mathbf{S}$ সংকেত দিয়ে।

গবেষণাগারে কিন্তাবে তৈরি হয়—একটি উল্ফ বোতলে কিছু ফেরাস সালফাইড নাও। বোতলের এক মুখে একটি দীর্ঘনল ফানেল ও অন্ত মুখে একটি নির্গম নল লাগাও। এইবার ফানেলের মুখ দিয়ে ফেরাস সালফাইডের প্রায় তিনগুণ লঘু হাইড্রোক্লোরিক বা লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড ঢাল। দেখবে $\mathbf{H}_2\mathbf{S}$ গ্যাস উৎপন্ন হচ্ছে। বাসায়নিক বিক্রিয়া হল:

 $FeS+2HCl=H_2S+FeCl_2$ (ফেরাস ক্লোরাইড)। $FeS+H_2SO_4=H_2S+FeSO_4$ (ফেরাস সালফেট)। বাতাসের চেয়ে অল ভারী হওয়ায় গ্যাস জারে নির্গমনলের ভিতর দিয়ে এসে স্ক্রমা হতে থাকবে।

পরীকাগারে রানায়নিক বিশ্লেষণের জন্ত H_2S গ্যাস অত্যন্ত প্রয়োজন হয়।

অধিক পরিমাণে প্রয়োজন মত H2S গ্যাস পাবার জন্ম যে যন্ত্র ব্যবহার করা



হয় তার নাম কিপ্দ আপ্যারেটাদ (চিত্ৰ 16.7)

ধর্ম--দালফিউরেটেড হাইডোজেন বৰ্ণহীন গাাদ, গন্ধ পচা ডিমের মত, এবং বিধাক্ত। ডিমের সাদা অংশ পচলে H₂S গ্যাস উৎপন্ন হয়। বাতাদের চেয়ে 1.2 গুণ ভাবী। ঠাণ্ডা জলে সহজেই দ্রবীভত হয় কিন্ত তাপমাত্রা বৃদ্ধির সঙ্গে দ্রবণীয়তা কমে। জলীয় দ্রবণের ঈবৎ আাসিড ধর্ম আছে। বাতানে 364°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে নীল শিথায় জলে এবং শিথার

মধোই হাইডোজেন ও দালফাইড বিশ্লিষ্ট হয়ে যায়।

नावरात-পরীক্ষাগারে রাদায়নিক বিশ্লেষণের জন্য H₂S গ্যাদ ব্যবহার করা হয়।

প্রশাবলী

প্রথম অধ্যায়

- 1 এতি রাশি বলতে কাবোঝার? ভেতর ও কৈলার রাশির পার্থকা উলাহরণ দিয়ে বোঝাও।
- 2 প্রাথমিক একক ও লক্ত একক বলতে কী বোঝার? এদ আই পদ্ধতিতে রাশির প্রতীক ও তাদের এককগুলি লেখ।
- 3 ফেলের সাহায়ে বস্তর দৈর্ঘ্য মাপার সময় কি ভাবে ভূল আসতে পারে? ভূল দূর করতে কি করবে?
- 4 ় একটি দাঁড়িপাল্লার ছুই বাছ অনমান। একটি বাছ 10 cm অফুট 12 cm। একটি 10 ৪ ওজনের সাহায্যে পাল্লার উভয় প্রাপ্ত থেকে যদি অফ্য একটি বস্তুর ওজন নাও তবে ত্রটি মাপের পার্থকা কত হবে?
- 5 নিচের লেখাগুলিতে কোনটি মাপ ও কোনটি একক বল: 10 cm, 5 ft, 100 km, 30 yd, 10-am.
- 6 একটি স্বেল নিছে তোমার হাতের মাণ নাও পরে তোমার বন্ধুর হাতের মাপ নাও। মোপগুলি কি এক? ঠিক দেইভাবে তোমার পা ও বিঘতের মাপ নাও ও বন্ধুদের পা এবং বিঘতের মাপের সক্ষে নিলিয়ে দেও।
- 7 তোষার ক্লাস্বরের পিছনের দেয়াল কত মিটার লখা ! চোখের আন্দাজে বল। এবার একটি কেল নিয়ে মেপে দেখ তোমার আন্দাজ ঠিক কি না।
- 8 কুতৰ মিনারের উচ্চতা 72 m হলে কত কিলোমিটার হবে ?
- 9 করেকটি পোষ্টকার্ড নিরে প্রত্যেকটির দৈর্ঘ্য ও প্রন্থ মাপ। তাদের মাপ কি সমান ?
- 10. নিচের দূরজগুলি 10-এর ছাতে দেওরা আছে। এ ছলি 1 এর পরে শৃক্ত বসিয়ে প্রকাশ কর।

পৃথিবীর সবচেরে কাছের তারার দূরছ=10°km পৃথিবী থেকে পূর্বের দূরছ=1°5×10°km পৃথিবী থেকে টাদের দূরছ=4×10°km পৃথিবীর ব্যাস=1°3×10°km

11 তোমাকে একটি স্কেন দেওয়াহল। বে কোন বই-এর প্রতিটি পাতা কতথানি পুরু কি করে বলবে? (মলাট বার লাও।)

দ্বিভীয় অধ্যায়

- 1 পদার্থ ও শক্তি কাকে বলে? শক্তি কি কি রূপে প্রকাশ পেতে পারে? শক্তি এক রূপ থেকে অন্ত রূপে রূপান্তরিত হতে পারে উদাহরণের সাহায্যে বল।
- 2 ভর ও ভার কাকে বলে ? এনের মধ্যে পার্থক্য কোপায় ? ভরের নিত্যতা হত্ত বলতে কি বোঝ ?
- 3 গ্রাম এককে ভর, আর্গ এককে শক্তি এবং প্রতি সেকেণ্ডে সেন্টিমিটারে আলোর গতিবেগ ধরে এক গ্রাম বস্তু বিলুপ্ত হলে কত শক্তি পাওয়া যাবে বার কর।

তৃতীয় অধ্যায়

- পদার্থের তিন অবস্থা কি কি? এদের মধ্যে:পার্থকা কোথার ? 'জল, বরফ এবং জলীয় বাপ্প—একই পদার্থের তিনটি পৃথক অবস্থা মাত্র'— এই উক্তি আলোচনা কর।
- 2 বস্তর গলন ও গলনাক এবং হিমারন ও হিমার বলতে কি বোঝার? বরফের গলনাক এবং ফাপথালিনের হিমাক কি ভাবে নির্ণয় করবে? নির্দিষ্ট গলনাক নেই এমন কয়েকটি বস্তুর নাম কর।
- 3 বাপ্ণীভবন বলতে কি বোঝার? কি কি ভাবে বাপ্ণীভবন হতে পারে উদাহরণসহ
 আলোচনা কর। যে যে কারণে বাপ্পায়ন প্রভাবিত হতে পারে তার উল্লেখ কর।
- 4 লীন তাপ কী, গলনের এবং ক্টনের লীন তাপ বলতে কি বোঝায়?
- 5 কি কি কারণে পদার্থের অবস্থার পরিবর্তন হতে পারে উদাহরশ্সহ বল।
- 5 युक्ति पिरत वार्था कतः
 - (a) কোন বস্তুর হিমাক্ষ এবং গলনাক-এই ছয়ের তাপমাত্রা এক।
 - (b) শীতের দেশে খুব বেশি ঠাণ্ডা পড়লে জলের পাইপ ফেটে যায়।
 - (c) গলনাত্ত, হিনাক ও লীন তাপের উপর চাপের প্রভাব সক্ষয়ে যা জান লেখ।
- 7 म्हारका जालां हन। क्र :
 - (a) বাতাদ করলে বা ফুঁ দিলে গরম বস্তু তাড়াতাড়ি ঠাণ্ডা হয়। (b) হিমমিশ্রণ,
 - (c) ৰাষ্পান্নন, (d) উধ্বিপাতন, (e) উদায়ী বস্তু, (f) লীন ভাগ

চতুৰ্থ অধ্যায়

- 1 দূরত্ব ও সরণে তফাৎ কী? দ্রুতি ও বেগে তফাৎ কী? একটি ট্রেনের গতিকে দ্রুতি বলবে না বেগ বলবে? কেন?
- 2 তুমি ও তোমার বন্ধু একই দিকে একই বেগে ছুটছ। প্রত্যেকের মাধার একটি মৌমাছি বসে আছে। তোমাদের ছুটস্ত অবস্থায় মৌমাছি ছুটো একে অক্সকে কিভাবে দেখতে পাবে? যদি তোমরা একই বেগে উলটো দিকে ছুটস্তে থাক তবে তাদের মধ্যে গতির সম্পর্ক কেমন হবে?

- 3 পিছল মাটিতে চলা কটুকর কেন !
- 4 ঘোড়ার গাড়ির ঘোড়া গাড়িকে টানে, গাড়িও ঘোড়াকে টানে। তবে ঘোড়া ইটিতে থাকলে গাড়ি চলতে থাকে কেন?
- 5 লোক ভর্তি বাস খুব জোরে চলতে চলতে হঠাৎ থেমে গেলে কী হতে পারে ?
- 6 এক নিউটন কত ডাইনের সমান? এক পাউণ্ডাল কত ডাইনের সমান ?
- 7 সরণ, বেগ, ক্রতি ও ত্বরণ কাকে বলে ? প্রত্যেকটির একক লেও।
- 8 নিউটনের গতিস্ক কী ? উদাহরণ দিয়ে বাাথা কর।
- 9 নিউটন কিসের একক ? নিউটনের সঙ্গে কিলোগ্রামের সম্পর্ক কী ?

পঞ্চম অধ্যায়

- কাজ, ক্ষমতা ও শক্তির সংজ্ঞা লেখ। কাজের সঙ্গে শক্তির পার্থকা কী? জুল কাকে বলে?
- 2 স্থিতিশক্তি ও গতিশক্তি বলতে কী বোঝায় উদাহরণ দিয়ে বোঝাও।
- 3 সমান ভরের ছটি বস্তর একটি h এবং অপরটি 2h উচ্চগ্র রাধা আছে। তাদের স্থিতি শক্তির অমুপাত কত ?
- 4 সমান ভরের ছুটি বস্তু সমবেগে চলছে। একটির বেগ অপরটির দ্বিগুণ ছলে তাদের গতিশক্তির অমুণাত কত ?
- 5 যন্ত্র কাকে বলে উদাহরণ দিয়ে বোঝাও। যে কোন শ্রেণীর লিভার বর্ণনা কর এবং কিভাবে যান্ত্রিক স্থাবিধা হয় দেখাও।
- 6 চাকা ও অক্ষনত এবং নত তলের কার্যপ্রণালী ছবির সাহায্যে বোঝাও।
- 7 এক জুল কত আর্গের সমান।
- 8 এক ফুট-পাউগুল কত আর্গের সমান।
- 9 মনে কর তুমি যেথানে আছ দেখান থেকে পৃথিবীর ব্যাস বরাবর একটি ছু'ফুট ব্যাসের গর্ড করা হল, অপর প্রান্ত পর্যন্ত। একটি 5 kg ওজনের লোহার গোলক যদি ঐ গর্ড দিরে ফেলে দেওয়া হয় তবে গোলকটি কোথার ধাবে?

ষষ্ঠ অধ্যায়

- 1 তাপমাত্রা কাকে বলে ? তাপ ও তাপমাত্রায় প্রভেব কী উদাহরণ দিয়ে বোঝাও।
- 2 ডিগ্রি সেলসিয়াস মানে কী? তাপমাত্রার অক্সান্থ এককগুলি ও তাদের সম্পর্ক লেখ।
- বস্তুর তাপগ্রাহিতা, জলতুল্যান্ধ এবং আপেক্ষিক তাপের মধ্যে সম্পর্ক আলোচনা কর।
- 4 তাপ যে শক্তির একটি রূপ উদাহরণ দিয়ে বোঝাও। তাপশক্তি থেকে যান্ত্রিক শক্তি কিন্তাবে পেতে পার ?

সপ্তম অধ্যায়

- 1 আলো কী ? অপসারী ও অভিসারী রশ্মি কাকে বলে ? ছবি এঁকে বোঝাও।
- 2 আলোর প্রছব কী? স্বপ্রভ ও অপ্রভ বস্তু কাকে বলে? নিচের বস্তুগুলির কোনটি অপ্রভ এবং কোনটি স্বপ্রভ?
- ক) শুকতারা (ব) নক্ষত্র (গ) চাঁদ (ঘ) হীরার টুকরো (ঙ) জোনাকি।
- 3 প্রতিফলন কাকে বলে ? প্রতিফলনের স্ত্র বল।
- 4 প্রতিফলনের হত্ত্র ছটি প্রমাণ করতে তোমাকে একটি সমতল দর্পণ ও ছটি দেশলাইএর কাঠি দেওয়া হল। কি ভাবে প্রমাণ করবে ?
- 5 প্রতিফলন ও প্রতিসরণ কাকে বলে? প্রতিধলন ও প্রতিসরণের মধ্যে প্রভেদ কী?
- 6 নিয়মিত ও বিক্ষিপ্ত প্রতিফলন কাকে বলে? কোন ধরনের ভলে আলোর প্রতিকলন বেশি?
- 7 কোন বল্ত যদি আলো প্রতিফলিত না করে তবে কি বস্কুটিকে দেখা যাবে?
- 8 (a) যদি দর্পণকে স্থির রেখে তুমি দর্পণের দিকে এগিয়ে যাও তবে কাতিবিশ্ব কোন দিকে ও কি বেগে এগিয়ে যাবে? ছবি এঁকে উত্তর দাও।
- (b) যদি স্থির হয়ে দাঁড়িয়ে দর্পণকে ভোমার দিকে নিমে আস তবে প্রতিবিশ্ব কোন দিকে ও কত বেগে এগিরে যাবে ? ছবি একৈ উত্তর দাও।
- 9 লেল কাকে বলে? লেলের সংস্থানতল কাচের ভয়াৎ কোথার? উত্তল ও জহতল লেল কাকে বলে? তোমাকে একটি উত্তল ও একটি অবতল লেল দেওয়া হল। লেলের গায়ে হাত না ব্লিয়ে কি ভাবে বলবে কোনটি কি লেল?
- 10 বক্রতা-কেন্দ্র, আলোক-কেন্দ্র, প্রধান অক্ষ, ফোকস, ফোকস-দূর্ছ কাকে বলে? ছবি একৈ বোঝাও।
- 11 একটি উত্তল লেন্দের ফোকস দূরত্ব ছবি এঁকে দেখাও। ভোমাকে একটি উত্তল লেন্দ ও একটি কেল দেওয়া হল। কি ভাবে ফোকস-দূরত বার করবে?
- 12 শক্তি কাকে বলে ? আলো এক ধরনের শক্তি, উদাহরণ দিয়ে বল।
- 13 তরজ-দৈর্ঘ্য কাকে বলে? তরজ-দৈর্ঘ্যের এককের নাম কী ও এককটির মিটার এককে মান কত? কম্পান্ধ কাকে বলে? আলোর গতিবেগ কত?
- 14 বর্ণালী কাকে বলে? বিচ্ছুঁরণ কি কারণে ঘটে? পরীক্ষাগারে কি ভাবে বর্ণালী তৈরি করতে পারবে?
- 15 স্বচ্ছ ও অনচ্ছ বস্তু কি কারণে রঙীন দেখায়? লাল আংলোয় একটি লাল ও একটি হলুদ ফুলীকে কেমন দেখাবে?

অষ্ট্ৰম অধ্যায়

- 1 কেলাসিত ও অকেলাসিত বস্ত কাদের বলে ? বন্ধনশক্তি বলতে কি বোঝ ?
- 2 'কোন কেলাসিত বস্তর গলনাত্ব ও হিমাত্ব একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রা'—আলোচনা কর।
 অকেলাসিত বস্তর নির্দিষ্ট গলনাত্ব বা হিমাত্ব নেই কেন?

নবম অধ্যায়

- 1 অজানা কোন পদার্থকে কিন্তাবে সনাক্ত করা বেতে পারে? পদার্থের ভৌত এবং রাসায়নিক ধর্ম বলতে কি বোঝায়?
- পদার্থের ভৌত এবং রাসায়নিক পরিবর্তন সম্পর্কে উদাহরণসহ আলোচনা কর।
- ভৌত এবং রাসায়নিক পরিবর্তনের তুলনা কর।
- 4 উদাহরণসহ আলোচনা কর:
 - (a) অনুষ্টক ও তার কার, (b) তাপগ্রাহী ও তাপমোচী রাসায়নিক বিক্রিয়া।

দশম অধ্যায়

- মৌল বা মৌলিক পদার্থ কাকে বলে ? চোথের সামনে আমরা বেসব পদার্থ দেখি,
 তারা নবই কি মৌলিক ? আজ পর্যন্ত পাওয়া গিয়েছে এমন মৌলের সংখ্যা কয়টি ?
- 2 যৌগ ব। যৌগিক পদার্থ কাকে বলে? যৌগের সঙ্গে মিশ্রণের পার্থকা কী? মিশ্রণ এবং দ্রবণ কি এক? বায়ু মিশ্রণ মৌল না যৌগ?
- 3 ধাতু এবং অধাতু বলতে কি বোঝ! এনের পার্ধক্যগুলি বল। সংকর ধাতু কী? 'পান' দেওয়া কাকে বলে?
- 4 উদাহরণ সহ আলোচনা কর:
 - (क) বোজাতা, (ব) মূলক, (গ) অণু ও পরমাণু।

একাদশ অধ্যায়

- 1 দ্রবণ বলতে কি বোঝায়? দ্রবণ কত রকম হতে পারে? দ্রবণের সঙ্গে দ্রাব ও দ্রাবকের সম্পর্ক কী ? জলকে পৃথিবীর সর্বশ্রেষ্ঠ দ্রাবক বলা হয় কেন ?
- 2 সম্পক্ত ও অসম্পৃত্ত দ্রবণ কাকে বলে? সম্পৃত্ততার সঙ্গে দ্রবনীয়তার কোন সম্পৃত্ আছে? লবণের দ্রবনীয়তা 36·3 বলতে কি বোঝায়? দ্রবনীয়তার উপর তাপের প্রভাব সম্পর্কে কী জান?

দ্বাদশ অধ্যায়

- এতাক-চিহ্ন ও সংকেত বলতে কি বোঝার? কয়েকটি রাসায়নিক সমীকরণের উদাহরণ দাও। এই সমীকরণে কিভাবে প্রতীক-চিহ্ন এবং সংকেতের বাবহার হয়েছে তার আলোচনা কর।
- রাসায়নিক সমীকরণে কিভাবে সমতা রক্ষা করা হয় উদাহরণ সহ আলোচনা কর।
- 3 বাসায়নিক স্মীকরণের সাহায্যে কি কি বিষয় জানান যায় এবং কি কি প্রকাশ করা য়ায়না?
- 4 উদাহরণ মহ আলোচনা কর:
 - (ক) যোজাতা (খ) মূলক

ত্ৰেদেশ অধ্যায়

- 2 জলে তড়িৎ প্রবাহের প্রভাব বলতে কি বোঝায়? জলকে ইলেকট্রোলাইট বলা সম্পর্কে তোমার মতামত কি?
- 3 তড়িৎ লেপন কি ভাবে হয়? গিণ্টি করা কাকে বলে?

চতুৰ্দশ অধ্যায়

- 1 অ্যাসিডের ধর্ম কী? অ্যাসিডের সঙ্গে ক্ষারকের কি সম্পর্ক আছে? কোনটা অ্যাসিড এবং কোনটা ক্ষারক কিন্তাবে জানা যায়? আসিড ও ক্ষারকের পার্থক্য কি কি?
- 2 লবণ বলতে সাধারণত আমরা কি বৃঝি? কিভাবে লবণ তৈরি হয়? কয়েকটি খুব পরিচিত লবণেয় নাম কয়। প্রশমন কাকে বলে?
- 3 দোলের সময় তোমরা অনেকেই 'ভানিশিং কালার' ব্যবহার কর। এই রঙ তৈরি হয় আামোনিয়ন হাইছয়াইডের সজে ফেনফথালিনের বিক্রিয়ায়। রঙ উবে য়য় কেন—বল দেখি?

পঞ্চদশ অধ্যায়

1 আরণ ও বিজারণ বলতে কি বোঝায় ? এদের মধ্যে পার্থক্য কি কি তুলনামূলকভাবে দেখাও।

বোড়শ অধ্যায়

- তরল বায় বলতে কি বোঝায়? তরল বায় তৈরির য়য় প্রথম কে আবিজার করেন?
 কি ভাবে বায়্কে তরল করা হয়?
- 2 বায়ুমণ্ডলে নাইটোজেনের সমতা রক্ষার সার্থকতা কি? কি ভাবে সমতা রক্ষা হয় ?
- 3 কি ভাবে বায়ুমণ্ডলে কার্বন ডাইঅক্সাইডের সমতা রক্ষা চলে ? সমতা রক্ষা না হলে কি হত ?
- 4 বিরল গ্যাস কি ? বায়ুমণ্ডলের কি কি বিরল গ্যাস আমাদের কোন্ কোন্ প্রয়োজনে লাগে ?

সপ্তদশ অধ্যায়

- 1 কি উপায়ে নিচের লেখা গ্যাসগুলি প্রস্তুত করা হয় ? তাদের ধর্ম এবং ব্যবহার লেখ।
 - (ক) অক্সিজন, (খ) নাইট্রোজেন, (গ) আমোনিয়া, (ঘ) কার্বন ডাইঅক্সাইড,
 - (৫) সালফার ভাই অক্সাইড (চ) সালফিউরেটেড হাইড্রোকেন।
- 2 উদাহরণ সহ সংজ্ঞা নির্দেশ কর:
 - (ক) অনুঘটক, (খ) অন্ধি-হাইছোজেন শিখা, (গ) অন্তর্গতি, (ঘ) নিম্প্রাণ বায় বা তাপবায়, (৪) স্কোলং সণ্ট (চ) বিষাক্ত উপত্যকা, (ছ) সোডা ওয়াটার, (এ) বিরম্ভক পদার্থ।

পরিশিষ্ট

বৈজ্ঞানিক শব্দকোষ

অকেলাসিত noncrystalline অক axis অক্দণ্ড axle স্মাক cc-axial व्यक्ति inorganic molecule অধাত nonmetal অনচ্ছ opaque অনুঘটক catalyst অনুপাত ratio অমুভ্মিক horizontal অন্তর্গতি occlusion অপচয় dissipation अश्माती divergent প্ৰপ্ৰভ ponluminous অবস্থা state অবস্থার রূপান্তর change of state অভিলয় normal অভিসারী convergent আর্কিমিডিদ Archimedes

(287-212 B. C,)

আৰ্গ erg আপতন incidence.—বিন্দু point of incidence আরহেনিয়াস Arrhenius, Svante August (1859—1927) আলবার্ট আইনস্টাইন Einstein, Albert (1879—1955)

আলম্ব fulcrum আলোক কেন্দ্ৰ optical centre আলোক চক্ৰ optical disc

আলো, আলোক light. --রিয় ray of light. - was beam of light. — मक्त्र propagation of light আফ্রন volume আয়ন ion আয়ুন্ন ionisation. তাপ-thermal-আনায়ন anion আামরকাদ amorphous আাম্পিয়র Ampere আাসিড acid- খনিজ —mineral—. গাঢ়-concentrated-. লঘ্-dilute-ইণ্টারস্থাশনাল বারো অফ ওয়েটস আতি মেজারস International Bureau of weights & measures भेषमञ्जू translucent উদায়ী volatile উপগ্ৰহ satellite উলফ বোতল Woulf's bottle উধ্ব পাতন sublimation একক unit. প্রাথমিক—fundamental—. ত্রিটিশ থার্যাল- British Thermal-. ল্ক - derived-. সি জি এস ইলেকট্রোম্যাগ-

নেটক— C. G. S. electromagnetic—.

সি জি এস ইলেকটোষ্টাটিক- C. G. S.

পি এন- F. P. S .- . এম কে এন এ-

M. K.S.A.—. এস আই—S.I. —. জর্জি— Georgi—. মেটিক— Metric—, সি.

একক পদ্ধতি System of units.

electrostatic-.

জি এস- C G. S.--

ওলন, জার weight
ওলনের বাল্গ—weight box
ওলাউ রোমার Roemer, Olau
(1644—1710)

ওলন দড়ি plumb line ওয়াট uatt ওয়েভিং welding ৰুম্পান্ধ frequency

কাউণ্ট রামফোর্ড Rumford, Count Benjamin Thompson (1753-1814) কিউনেক cusec কিপন আপোরেটন Kipps apparatus কিলোওয়াট-ঘণ্টা kilo-watt-hour

কেন্দ্ৰীণ বিক্ৰিয়া nuclear reaction কেলভিন kelvin কেলাস crystal

কোণ angle. আপতন— incident—.
চুতি— angle of deviation. প্ৰতিফলন—
—of reflection. প্ৰতিসরণ——of refraction.

সংকট— critical— কোষ cell ভড়িৎ— electric— আলোক-ভড়িৎ— photo-electric— ক্যাণ্ডেলা candela

ক্যালরিক মতবাদ caloric theory ক্যাটায়ন cation

ক্যালিপাদ callipers. অন্ত্ৰস্থী—inside

— বহিষ্থী – outside—

ক্লোকৌফিল chlorophyll ক্রান্তীয় বছর tropical year

কিন্তিয়ান হয়গেন্দ্ Huygens, Christian (1625-95)

(1625-95)
ক্রিরা action. প্রতি— reaction
ক্রমতা power, অর— horse—
ক্রার alkali. — মৃতিকা alkaline earth

কারীয় ক্রবণ alkaline solution ক্রধার ত্রিভূজ knife edge কেত্রফল area

গতি motion. আপেক্ষিক— relative— প্রম— absolute—, —শক্তি kinetic energy

গলন melting গলনাক melting point

গোৰক sphere

গ্যালন gallon আফাইট graphite

চক্ৰ cycle. কাৰ্বন— carbon—.

নাইটোজেন— nitrogen—.

চোভ নল cylinder

ছক কাগজ graph paper

कन जान्तेन Dalton, John (1766-1844)

जन नक Locke, John (1632-1704)

জন-তুল্যাক water equivalent জডতা inertia

add united

জারণ oxidation

बांडा inertia

জাড়া ভর inertial mass

खून Joule

ৰেম্স প্ৰেম্বট জুল Joule, James

Prescott (1818-1889) জৈব organic

ডিভাইডার divider

তরক wave

তরঙ্গদৈর্ঘ্য wave length, তড়িস,্যকীয় — electromagnetic—. রেডিও—radio—

তল plane. অনুভূমিক— horizontal—

উল্লখ-vertical —. নত— inclined-

তড়িৎ লেপন electroplating.

তড়িদ্-অবিশ্লের non-electrolyte তড়িদ-দার electrode

তড়িদ্-প্ৰবাহ electric current

তড়িদ্-বিল্লেষণ electrolysis তডিদ-বিশ্লেক্স electrolyte তাপ heat. আপেঞ্চিক- specific-. তাপগ্রাহিতা thermal capacity তাপমাত্রা temperature তামার চোকলা copper turnings তুলাবৈদ্ৰ balance স্বাধারণ-- common--. · প্রিং-- spring--. সুবেদী-- sensitive---ফিজিক্যান- physical-তুলামূল্যতা equivalence জরণ acceleration. অসম--- non-uniform ... গড -- average -- . मम -- uniform---. কৃটি error. ব্যক্তিগত- personal-. যান্ত্ৰিক- instrumental-धार्य therm থার্মোকাপল thermocouple পার্থোপাইল thermopile থার্মোমিটার thermometer. clinical---. भीश lamp, burner. वृनत्मन— Bunsen—. ম্পিরিট- spirit-. দীপন শক্তি luminous intensity দ্ৰ্ণ solution. অসম্পৃত্ত- unsaturated—. সম্প_ুক্ত— saturated— দ্ৰবণীয়তা solubility ফুতি speed. অসম – nonuniform –. গড়- average-. দম- uniform-. জাৰ solute দ্রাবক solvent पर् property. त्होड – physical –. রাসার্নিক— chemical --পাতু metal, অ- non-. স্ংৰত্ন-alloy-. नेव knob न्डक्ष astronaut

নল tube. নির্গম - delivery ----নিতাতা হত্ত law of conservation. ভারের--of mass. শুন্তির--of energy ভর ও শক্তির-- of mass and energy. निक्किय शाम inert gas পদার্থ, বস্তু matter পর্মাণু atom পরিবাহী conductor. অভি- super-পাত্ৰ distillation. অন্তর্ম— destructive-. আংশিক- fractional-পूनः भिनो छवन regelation প্ৰতিফলৰ reflection. স্থানিয়মিত— irregular--- আভ্যন্তরীণ পূর্ণ-- total-internal —. নিয়মিত— regular—. বিকিপ্ত— irregular-প্রতিসরণ refraction প্রতিসরান্ধ refractive index প্রতিদম symmetrical প্রতীক্চিক্ symbol প্রধান অক principal axis প্রমাণ standard. - চাপ-pressure. - তাপ-नाजा-temperature. - मिहोत -metre প্রশাসন neutralisation প্রশমিত neutralised প্রসারণ expansion প্রয়োগ বিন্দু point of application প্রিজ্ম prism প্লিমা plasma প্রেটো Plato († 427-347 B. C.) প্রিষ্টলি Priestley, Joseph (1733-1804) कारनव funnel. मीर्घनव - thistle-. ফারেনহাইট sahrenheit ফুট পাইণ্ডাল foot poundal ফ্রান্সিস বেকন Bacon, Francis (1561-1626)

ফেঞ্চ আকাদেমি French Academy ফেনফথাালিন Phenolphthalein ফোকস focus ফোকস দরত focal length বক্তা curvature.—কেন্দ্ৰ centre of-- नामार्थ radius of-. वर्डनी circuit তिए वर्डनी electric-वर्गानी spectrum ৰাভচক wind mill বাহু arm, ভার- load-थ्याम- effort-. वाष्प्रीयन evaporation বান্দীভবন vaporisation বিকিরণ radiation. —শক্তি —energy বিক্রিয়া reaction, তাপপ্রাহী -endothermic -. जानारमाठी - exothermic -. পারমাণবিক- nuclear-, রাসায়নিকchemical-. বিকেপণ scattering বিভূরণ dispersion বিচাতি deviation বিজারণ reduction বিপর্যয় inversion. পার্যায়- lateral-বিবৰ্থক কাচ magnifying lens বিবৰ্ষন'magnification. বৈথিক— linear— विष image. मृष्-real-. खमृष-virtual-विद्रम शांत्र rare gas विदश्चक जवा bleaching agent বেপ velocity. অসম - non-uniform-भए- average- मन- uniform-. বেভেল্ড স্বেল bevelled scale বুহস্পতি Jupiter ভর mass. জাড়া- inertial-. बहाकर्वजgravitational-.

ভরবেগ momentum ভার weight, load. —বাহ load arm ভেক্র রাশি vector quantity ভৌত physical. —ধর্ম —property -शतिवर्जन- change ब्रानि--quantity जामक moment. वरनंत- - of a force मन्तन retardation, deceleration মহাবিৰুব বিন্দু vernal equinoctical point मतीिका mirage मोडेटकनमन Michelson, Albert Abraham (1852-1931) মাৰ magnitude, value. গড- mean-মাগনেটো হাইছোডাইনামিক পাওয়ার বা अम अह ि magneto-hydrodynamic power or M H D মিখাইল অরেল Methyl orange মিশ্রণ mixture मनक radical মোল mole त्योन element যান্ত্ৰিক তুল্যাক্ব mechanical equivalent যান্ত্ৰিক মতবাদ mechanical theory যান্ত্ৰিক স্থবিধা mechanical advantage যোজাতা valency योगं compound वर्गार्ड इक Hooke, Robert (1635-1703) রশ্মি ray. অভিবেগুনি— ultraviolet—• অপদারী—diverging—. অবলোহিত—infrared -. অভিনারী -- converging --আপতিত— incident—, একবৰ্ণ—mono-

chromatic-.

একস-রে—X-ray.

প্রতিফলিত— reflected—

नामा- gamma-

প্রতিস্থত— refracted—. মহাজাগতিক—
cosmic—. একবর্ণ— monochromatic—,
সমান্তরাল— parallel—.

বাদারফোর্ড Rutherford, Ernest (1875-1937)

রাশি quantity. ভেক্টর— vector.— ভৌত— physical—.শ্বেলার— scaler—. রাদায়নিক chemical.—ধর্ম —property— পরিবর্তন —change

तियाशित reactor

नवन Salt

লাগাদ Laplace, Pierre Simon (1749-1827)

লাভয়দিয়ে Lavoisier, Antoine Laurent (1743-94)

লিভার lever লীন তাপ latent heat লেখ graph.

লেস lens. অবতল— concave—.অপসারী
— diverging—, অবতল— convex—.
অভিসারী—converging—, —পাওয়ার
power of the lens.

निर्देश litre

শক্তি energy. গতি— kinetic—. স্থিতি —potential—. বন্ধন—binding—

শংকু cone

শিথা flame, অন্ধি-আনিটিলিন— oxyacetylene—, অন্ধি-হাইড্যোজেন— oxyhydrogen—,

भीन Scheele, Karl Willhelm (1742-1786)

সমীকরণ equation সরণ displacement সংকৃচিত compressed সংকৃত formula সংন্মিত compressed
সাক্র viscous
সার্ভেরার চেন surveyor's chain
সি ভি রামন: Raman, C. V. (1888-1970)
ফুচক (প) pointer
— (র) indicator
ফুল্র law
নিউটনের গভিস্তল—Newton's laws of

সেলদিয়াস celcius
সোৱা nitre
স্ফেলার রাশি scaler quantity
স্থপ ওয়াচ stop watch. —ক্লক — clock
স্থ্যাপ্রার্ড ডিপার্টমেন্ট অফ বোর্ড অফ ট্রেড
Standard Department of Board
of Trade

motion

ম্পূন vibration
ক্টন boiling
ফুটনাই boiling point
কছ transparent
কথন luminous
স্থিতি rest. আপেকিক— relative—.
প্রম— absolute—.—শক্তি potential

খিভিখাপক elastic
খিভিখাপকতা elasticity
খিনাক fixed point. উচ্চ— upper—
নিম—lower—
খামফ্রে ডেভি Davy, Humphrey
(1778-1829)

হিম মিশ্রণ freezing mixture হিমায়ন freezing হিমায় freezing point হিমোয়োবিন haemoglobin



অক্সফোর্ড ইউনিভার্সিটি প্রেস

Padarthavidya O Rasayan 3

Rs 4.80